

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

✖ ✖

※ 第二期防災國家型科技計畫 ※

※ 計畫辦公室設置與運作計畫(II) -/ ※

※ National Science and Technology Program for Hazards Mitigation (Phase II) ※

— Project Coordination and Management (II) ※

※ 綜 合 評 析 ※

✖ Summary ✖

計畫類別：☐個別型計畫 ☒整合型計畫

計畫編號：NSC 91 - 2625 - Z - 002 - 039

執行期間：民國 91 年 8 月 1 日至 92 年 7 月 31 日

計畫主持人：羅俊雄

共同主持人：陳亮全

蔡 義 本

研究人員：何興亞

李文正

莊明仁

本成果報告包括以下應繳交之附件：

※赴國外出差或研習心得報告一份

※赴大陸地區出差或研習心得報告一份

※出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份

※國際合作研究計畫國外研究報告書一份

執行單位：國立台灣大學水工試驗所

中 華 民 國 九 十 二 年 十 月 三 十 一 日

October 31, 2003

防災國家型科技計畫九十一年度成果報告

綜合評析

NAPHM 2003 Annual Report

Summary

羅俊雄：國家災害防救科技中心主任
防災國家型科技計畫總主持人

蔡義本：中央大學地球科學系教授兼地球科學院院長
防災國家型科技計畫共同主持人

陳亮全：台灣大學建築與城鄉研究所副教授
國家災害防救科技中心副主任
防災國家型科技計畫共同主持人

何興亞：台灣大學水工試驗所技正
國家災害防救科技中心執行秘書
防災國家型科技計畫執行秘書

李文正：防災國家型科技計畫博士後研究員

莊明仁：防災國家型科技計畫博士後研究員

目 錄

目 錄	i
表 錄	iii
圖 錄	v
壹、前言	1
貳、計畫辦公室執行工作	3
2.1 規劃協調推動作業	3
2.2 整合性專案研究	5
2.3 地方政府防救災示範計畫	11
2.4 支援中央災害應變中心作業	16
2.5 美國德州農工大學合作計畫	17
2.6 國際交流與合作	20
2.7 推動防災科技教育改進計畫	24
2.8 災害防救科技中心籌劃設立	29
2.9 推動建立防災科技研發協力機構運作機制	32
參、各部會署計畫執行情形	35
3.1 經濟部水利署	35
3.2 經濟部中央地質調查所	44
3.3 交通部中央氣象局	48
3.4 交通部科技顧問室	52
3.5 交通部運輸研究所	58
3.6 國科會永續會	59
3.7 農業委員會水土保持局	66
3.8 內政部建築研究所	69

3.9	內政部營建署	73
3.10	內政部消防署	75
3.11	公共工程委員會	82
3.12	環保署	86
3.13	衛生署	90
3.14	財政部保險司	95
3.15	原住民族委員會	97
肆、	結論與建議	99
4.1	結論	99
4.2	建議	100
謝	誌	101
參考文獻		103
附	表	105
附	圖	109

表 錄

表 2-1	「防災教育資源中心」網站架構.....	105
表 3-1	防災國家型科技計畫 91 年度核定情形	107

圖 錄

圖2-1	1989-2001年期間在台灣地區附近之颱風路徑圖(共58個颱風個案).....	109
圖2-2	QPE-SUM圖形展示介面	110
圖2-3	新莊樹林淹水潛勢圖(平地重現期200年及山區重現期200年).....	110
圖2-4	大礁溪雨量站細部降雨資訊查詢	111
圖2-5	邊坡災害時雨量等雨量線圖	111
圖2-6	土壤流失與堆積量與坡度對照圖	112
圖2-7	臺北盆地分區分佈圖	112
圖2-8	嘉南平原分區分佈圖	113
圖2-9	台電大樓建築立面圖	113
圖2-10	台電大樓強震裝置平面圖	114
圖2-11	臺北市政府災害防救委員會組織架構圖	115
圖2-12	國家災害防救科技中心資料庫設計架構圖	115
圖2-13	防災應變決策支援系統概念架構	116
圖2-14	防災應變決策支援系統資料來源	116
圖2-15	示範區災害防救計畫研擬概念圖	117
圖2-16	嘉義市與國科會防救災示範計畫第一階段合作模式	117
圖2-17	嘉義市防救災示範計畫工作分組	118
圖2-18	哈里斯郡淹水潛勢圖 (150公厘/日)	119
圖2-19	淡水河流域淹水潛勢圖	119

壹、前言

台灣的地理位置與自然環境特殊，天然災害頻頻發生，每每導致嚴重的人民生命財產的傷害與損失，社會各界對於災害的問題一向非常關心。政府相關部門也都很重視災害防治工作，歷年來投入相當多的人力與財力於防救災業務上，防災科技研究活動亦逐年增多。

防災國家型科技計畫成立於 86 年 11 月 1 日，為一跨部會之整合型計畫，由國科會與防救災業務相關部會署共同來研擬、推動與執行，爾後再加以整合、落實於防救災業務上。為執行計畫乃以任務編組方式設置指導小組、諮議小組、工作（協調）小組、專家（顧問）群、研究群，以及推動計畫的核心機構「防災國家型科技計畫辦公室」（以下簡稱計畫辦公室）。計畫辦公室由前述之工作（協調）小組及計畫所屬各專家群及研究群所構成，主要任務分為行政業務與專案研究兩大部分。前者為推動及落實計畫而必須有的規劃、協調、整合、管理、以及成果提供等行政業務工作，將以工作（協調）小組為核心配合進行。後者之專案研究是由辦公室內之研究人員組成之研究群負責，主要內容乃針對計畫之中，各部會署研究群較難或無法進行之基礎性或整合性之研究案，並邀請相關學者、專家組成專家（顧問）群予以協助，提供修正意見，同時與各部會署之相關研究群進行交流與合作，並將成果與建議經由專家諮詢委員會提報至行政院中央防災會報。

防災國家型科技計畫之主要目的是在於結合政府相關部門，有系統地推動上、中、下游科研工作，整合研發成果轉化成可以落實應用於防災業務的技術。因此整個計畫架構之精神所在，是要建立一套災害潛勢評估與災害境況模擬作業模式，以應用於地區災害防救計畫之

研擬。本計畫目前以台灣地區威脅性最高的颱風豪雨、地震災害為主要課題。

88-90 年度為第一期防災國家型科技計畫執行期間，91-95 年度為第二期防災國家型科技計畫執行期間。計畫辦公室於 91 年度期間(91 年 8 月至 92 年 7 月)，除了與各部會署協調，依規劃目標共同進行相關課題研發之外，並執行部份整合性專案研究計畫。本報告係針對計畫辦公室執行工作與各部會署計畫執行情形，予以歸納並進行綜合評析。

貳、 計畫辦公室執行工作

2.1 規劃協調推動作業

2.1.1 研究群召集人會議

研究群召集人會議為防災國家型科技計畫運作協商之核心，計畫辦公室原則上每兩週由計畫總主持人召開一次研究群召集人會議，以推動相關工作。目前為止，累計已召開一三五次會議，91 年度期間共召開十九次會議，主要討論與決議事項包括：

- 計畫辦公室之行政運作與協調等有關事項及各部會署年度研究內容與概算編列協調。
- 研議行政院災害防救專家諮詢委員會運作方式，執行交辦工作、配合會議召開提案討論及研訂擬提報落實應用等有關事項。
- 第一期防災國家型科技計畫成果彙整與評鑑作業及第二期防災國家型科技計畫規劃有關事宜。
- 旱災預警與應變、社會經濟相關研究納入防災國家型科技計畫事宜
- 台北市與嘉義市示範區之防救災合作計畫執行情形。
- 進行重大災害事件檢討與研擬因應措施建議。
- 防救災資料庫建置與資料提供有關事宜。
- 國家災害防救科技中心籌設規劃有關事宜。
- 國家災害防救科技中心補助協力機構運作有關事宜。

- 美國德州農工大學合作計畫執行情形。
- 支援中央災害應變中心颱風應變作業方式。
- 颱風豪雨災害應變支援作業與手冊編訂。
- 配合 e-Taiwan 防救災資訊系統計畫成立 CIO。
- 辦理年度防救災專案計畫成果研討會、國內與國際防救災相關研討與座談會。
- 參訪國外防救災相關單位，瞭解其防災體系運作與相關研究工作推展情形，並討論交流合作有關事項。

2.1.2 研討會

為擴展研究視野，提昇研發能力，計畫辦公室不定期舉辦各種研討會，經由這些研討，使參與人員吸收經驗，對研究工作之方向調整與方法建立等均有很大的幫助。91 年度期間主辦「91 年度防救災專案計畫成果研討會」概況如下：

目的：政府各部會署 91 年度執行之重要防救災專案計畫成果研討。

時間：92 年 2 月 11 日～12 日。

地點：台灣大學第二學生活動中心。

主辦單位：防災國家型科技計畫辦公室。

協辦單位：國家地震工程研究中心、台灣大學水工試驗所。

概況：研討內容涵蓋颱風相關研究、降雨預報、降雨等級分類、淹水

模擬與潛勢分析資料運用、洪災危險度分析、水利設施防救、地下水、山崩與坡地災害防治、地震測報與應用、地震資料庫、活動斷層與地震災害潛勢、結構耐震設計、結構建築耐震檢測補強、建築結構耐震研究、震災境況模擬與損失評估、公共工程地震損害、快速補強與災變管理、大規模火災、避難行為及災後環境清理、衛生改善、醫療體系評估與規劃、服務調查與心靈重建、搶救動員與防救災體系、防救災體系評估與改善對策、防救災資訊與決策支援等領域，約七百位國內學者專家與會。

2.2 整合性專案研究

防災國家型科技計畫辦公室之氣象、防洪、坡地、地震、地震工程、防救災體制及防救災資訊等七個研究群，所進行之整合性專案計畫，於 91 年度期間獲致之重要研究成果分別概述於後。

2.2.1 氣象研究群^[1]

持續進行現有氣象防災技術的研發與整合，並將其應用於實際預報作業上。目前在配合淹水潛勢預估與土石流預警的需求下，已在颱風侵台期間定量降雨預估與預報技術上得到進展，本年度以颱風降雨氣候模式的作業化建置、改進及校驗評估為主，同時也開始進行雷達定量降雨預估的技術研發。擴展颱風降雨氣候模式所使用的颱風逐時雨量資料時段和年份（目前已更新至 2001 年）（圖 2-1），並採用新的資料校驗和訂正方法。進行各流域、各測站颱風降雨潛勢圖的更新工作，並評估新修正氣候模式的能力；應用氣候模式所得結果，建立颱風侵台期間定量降雨預報之作業流程，並建置使用者介面，提供其它

研究群作為淹水潛勢預估與土石流預警的參考。

本年度也開始對雷達定量降雨預估/預報(QPE/QPF)相關技術展開研發工作，重點放在土石流危險區 QPE/QPF 相關技術的發展。目前，我們除已完成雷達回波資料展示處理流程之程式外，並初步完成都卜勒風場折錯修正(unfolding)自動化軟體撰寫工作，以改善編修資料過程上不能免除有人為判斷的誤差。在納莉颱風的個案分析上，顯示修正過的風場確實有所改善，未來則需測試更多颱風個案，建立此套系統之完整性及實際之作業化應用價值，並將其轉移至中央氣象局。此外，我們也開始嘗試發展氣象局 QPE-SUMS 系統（圖 2-2）中的回波降水關係式，並擬將研發成果回饋中央氣象局。

2.2.2 防洪研究群^[2]

完成示範區淹水災害境況演練規劃之相關工作，針對淹水災害境況模擬方法之研析乃應用過去第一期計畫防洪示範區淹水潛勢研發成果，針對區域特性分析水災特性，規劃淹水災害境況模擬模式。並透過台北縣新莊樹林地區及台中市淹水災害進行境況模擬範例（圖 2-3）；進一步利用淹水潛勢及境況模擬之資料，配合即時降雨監測資料開發淹水災害境況模擬展示系統，以作為颱風期間緊急應變之查詢展示操作系統；最後，研擬淹水潛勢及境況模擬等資料，如何應用於地方政府災害防救業務上，並以台北縣政府為應適用實例進行說明。

在「台北市政府與國科會推動防救災合作計畫」—淹水潛勢分析及淹水境況模擬方面，合作推動防救災計畫已於 91 年 5 月 31 日完成階段性任務目標，但由於市政府基於防救災工作是屬於持續性工作，因此委請國科會防災國家型科技計畫辦公室繼續與市政府進行雙方合

作，合作期程展延至 91 年 12 月 31 日，主要工作任務是淹水境況模擬分析、防災教育訓練及災害防救演習。

完成整合各單位之降雨監測系統資訊，在即時降雨資訊查詢系統研發方面，目前國內對於流域集水區設有降雨監測系統之單位，計有經濟部水利署、中央氣象局、農委會、台灣電力公司及台北市政府等，分別因其水災防救業務需求或特別目的而監控轄屬區域之降雨狀況，所以各單位所觀測之降雨資訊常不一致，例如觀測儀器、監控區域、觀測時間尺度及觀測資料格式等；整合各單位之降雨監測系統資訊，強化各防救災層級之水災緊急應變能力（圖 2-4）。

2.2.3 坡地研究群^[3]

蒐集自 1959 年至 2002 年共 44 年間，各新聞報章記載及相關單位坡地災害記錄等，共 1,075 筆，紀錄分成土石流災害、邊坡坍方、落石坍方、路基坍方、橋樑受損及其他等六類。同時建立災害記錄與雨量記錄資料庫，以最大日雨量及時雨量作為雨場參數指標，完成初步全台尺度坡地崩塌災害雨量警戒建議值，可供全台坡地災害發生可能及分佈趨勢之研判參考，有利於後續研究及防災預警時應用（圖 2-5）。

運用既有雨量站網之降雨資料，配合應用交叉相關分析及區集克利金內差法，研擬相同降雨特性區域劃分與崩塌地區代表性雨量推估等兩評估方法，由台北市案例分析結果得知推估值之精度良好。此外，報告中選取台北市地區之八個代表性降雨事件，應用相同降雨特性區域劃分方法進行分析，結果顯示台北市之降雨特性可區分為北、中、南三區，此一結果可作為坡地災害預警準則線之分區依據。

於潛勢區劃定地形掃描法方面，依據陳有蘭溪流域土石流案例樣

本，統計建立土石流體積與影響面積及堆積區長度之關係（圖 2-6）。為目前是以陳有蘭溪流域樣本所迴歸，欲將此關係式推展運用至其他地區時，應進行更多之案例分析，以瞭解此法於各地區劃定潛勢區域之適用性。

2.2.4 地震研究群^[4]

應用臺灣地區現有鑽井資料以及兩階段震動預測模型來做分析；此外也利用實際地震資料庫以參考站計算放大倍率，進行分區探討。將臺北盆地主要放大區域分為 I、II、III 三區，三個區域測站的放大倍率對於地質參數的趨勢差異不大。對於規模與震源距並沒有很好的關係，唯放大倍率對震源深度有遞減關係，即放大倍率與震源深度的關係成反比（圖 2-7）。對嘉南平原分面，區分出四個場址放大的高區，並將其放大倍率與各參數相比較發現，第四區的臺南市區靠近嘉南平原南部，放大倍率會隨震源距越遠而有下降的趨勢，其餘三區並沒有明顯的趨勢可以解釋兩參數之間的關係。第四區隨地震深度的增加，放大倍率明顯的有下降的趨勢（圖 2-8）。

根據平均參考站法與震動預測模型來討論地盤效應的問題，發現不同的事件（震源）因子包括不同規模、不同地震誘發方式（海洋板塊與大陸板塊）、深度等對地盤效應的影響都不顯著。

應用實際的強震站所收到加速度值，利用周圍岩盤站為基礎對各強震站推求相對的場址放大倍率，所得到與地質參數、地震參數之間的關係與震動預測模型得到放大倍率結果相似，再次驗證區域地質無法反應實際場址放大的狀況。在對臺北、蘭陽、嘉南等小範圍地區的放大高區研究中也發現，各區域與震源距、地震規模等參數的相關性

並無明顯的趨勢存在，各有其不同的特性。區域間有其各自獨特的地形地質特性與場址反應特性。

2.2.5 地震工程研究群^[5]

結構物之耐震設計是否有足夠的安全性，直接影響民眾的生命財產安全。然而設計是否安全則無法知道，除非經過強震的考驗，其付出的代價相當高。因此應用現有結構物裝置強震儀，收集地震資料，再藉助系統識別方法以瞭解結構物的動態特性，進而評估結構的安全性（圖 2-9、圖 2-10）。

結構物在強震作用下，其結構系統特性可能呈現為以下幾種情形：

1. 線性非時變系統：結構的動態行為可以採用線性的數學模式來加以描述，而且模式參數保持為常數的情況。
2. 線性時變系統：仍可以採用線性的數學模式來描述結構的動態行為，但模式參數將具有時變性。
3. 非線性系統模式：此時結構物可能出現非線性遲滯行為，無法再以線性的數學模式來進行描述。

地震工程研究群進行結構振動訊號與安全評估的初期研究工作，針對線性非時變系統進行了解，建置(1)Prony 方法(2)LS 方法(3)IV 方法(4)PEM 方法(5)TSLS 方法(6)LMS 方法(7)ERA 方法等識別方法。

未來執行期間中，將陸續進行蒐集、建置線性時變系統的系統模式及識別方法。用以了解結構物在地震下，結構系統參數隨著時間的改變，以偵測結構物的真實動態行為。並蒐集、整理非線性系統之損壞識別方法。由於非線性行為過於複雜，迄今尚未出現有效的識別分

析方法，因此將蒐集、整理國內外的研究工作，再逐步建立分析方法。

2.2.6 防救災體制研究群^[6]

針對直轄市、縣（市）層級災害防救專責機構設置現況檢討、專責機構可能之設置型態分析、直轄市、縣（市）層級政府整體災害防救功能分析、以及專責機構應具備之業務功能分析等項目，透過現況資料整理、問卷調查、專家座談等方式進行評估與分析探討。有關直轄市、縣（市）層級災害防救專責機構設置現況部分，針對 23 縣市進行問卷調查，從法令規定、功能定位、人員組織等方面，了解目前縣市設置災害防救專責機構之狀況，其中有 7 個縣市已設置專責機構，其設置方式包括已成立配置專職人員之災害防救委員會、任務編組之災害防救委員會、以及由消防局某一課室（災害管理課、搶救課、防災企畫課等）負責推動災害防救業務等，以台北市為例（圖 2-11）。

地方政府對於專責機構及專職人員之設置的重要性與需求性具有一定程度的認知，但由於地方政府對於新設一級機關的限制、以及財政、人事不足等原因，目前雖有少數縣市已成立委員會性質之專責單位，但多數縣市政府仍由消防單位兼辦，而消防單位原有業務已十分繁重，再兼辦災害防救業務則負擔實在過於沈重，加上災害防救業務多為跨領域、跨局處之協調整合性質，以目前消防局要協調整合其他局處共同執行災害防救業務之現況看來，實有其困難之處。未來應儘速釐清縣市政府專責機構之定位與應具備之功能角色，加速地方政府專責單位之設置推動，提昇地方層級災害防救的能力。

2.2.7 防救災資訊研究群^[7]

資訊研究群於本年度已將本中心歷年來所蒐集及產製的防救災相關資料，包括各種基本空間資料及防救災技術圖資等，加以整理、歸納，並建置一資料庫系統，提供資料查詢、更新及維護等功能，以供辦公室內部其他各研究群使用。目前資料庫內容大致可區分分為「基本資訊」、「氣象資訊」、「洪水資訊」、「土石流資訊」、「地震資訊」等五大類（圖 2-12），各研究群多年來所蒐集的重要資料皆已依照所屬類別分別放置於資料庫中，以利辦公室內部方便查詢及使用。目前辦公室資料庫分類係先根據資料是否具備空間屬性分為兩大資料庫：「空間資料庫」與「非空間之技術資料庫」，之後再根據災害種類進行細分，易造成資料分類混淆，未來之資料分類將逕以災害種類進行分類。

另外，為滿足辦公室內部各研究群之資訊需求，本年度在災害管理決策支援系統方面，係以提供辦公室內部服務為主。整個系統之概念架構係以網路技術串連防救災資料庫、災害模式庫及地理資訊系統技術，最後決策者可透過網路獲得決策支援（圖 2-13、圖 2-14）。當中央因應災情發生而成立緊急應變中心時，資訊研究群協助其他各研究群進行災害資訊之整合，並研判所需之防救災資訊，最後應用地理資訊系統之技術，將災情建置於網際網路為主的平台上，以提供專業幕僚人員進行相關決策時所需之災害管理及決策支援之參考。為使資訊系統能利用即時監測資料及災害模式做出研判資料，未來將使用軟體技術使災害應變作業流程更加自動化，以提升幕僚人員作業效率。

2.3 地方政府防救災示範計畫

防災國家型科技計畫辦公室成立以來，即逐步進行各項防救災科技的研發工作。目前在淹水與土石流潛勢資料分析、地震災害損失評

估決策支援(HAZ-Taiwan)系統、防救災體系及專責機構之規劃研究、災害管理決策支援系統等方面均已獲致不少研發成果。國科會防災計畫辦公室希進一步將上述各項研發成果技術移轉予第一期計畫之示範區，示範區防救災合作計畫之推展方式，如圖 2-15 所示：先行組織工作團隊、強化防救災觀念，再進行防救災相關資料庫建置、災害潛勢與危險度分析、境況模擬、監測系統規劃建置、災害管理決策支援系統開發、防救災對策研擬等工作，並進行防救災組織及專責機構之規劃與建立，綜合相關成果擬訂地區災害防救計畫。臺北市與嘉義市，提供地方政府作為研擬各種防救災對策之重要基礎，並促進地區災害防救計畫之擬定與落實。因此，本合作計畫包括「臺北市防救災示範計畫」與「嘉義市防救災示範計畫」兩部份，茲就計畫內容與執行情形分述如後。

2.3.1 臺北市防救災合作計畫^[8]

鑑於民國 88 年 9 月 21 日九二一集集大地震帶給臺北市重大之衝擊與挑戰，行政院國家科學委員會（以下簡稱國科會）之專家學者，主動向臺北市政府提出配合推動防救災相關業務之合作計畫，預計在二年內協助臺北市政府建構完善之防救災體系及擬訂完備之地區災害防救計畫。臺北市防救災合作計畫自 89 年 5 月 17 日開始執行，至 91 年 12 月 31 日完成。

臺北市防救災合作計畫已獲致多項成果，並進一步落實應用於相關局處之防救災業務，茲將已產生實質效益之具體成果例舉如下：

1. 整合臺北市區雨量測站，建置防洪基本資料庫、歷史颱風資料庫及高解析度淹水潛勢資料庫、淹水展示及防洪決策支援系統，並已運用於汛期災害應變作業，由以往救災為主之被動應變，轉變為事先

研判災情之主動因應；此外，亦利用淹水潛勢資料檢討現有避難場所之合適性。

2. 針對坡地崩塌災害之平時減災、災前整備及災時應變等各階段實務需求，進行坡地災害潛勢分析，建立坡地崩塌預警基準，劃設山坡地崩塌潛勢區域，提供災害應變中心作為警戒及疏散危險區居民之依據。
3. 應用地震災害損失評估決策支援系統，針對重要設施進行危險度分析，建置地理資訊資料庫，供震災境況模擬與避難救災路徑規劃應用。同時，利用 91 年 331 地震實況與災損模擬，檢視地區災害防救計畫之地震災害因應對策。
4. 完成防救災資料庫、監測系統之規劃與初步建置、災害管理決策支援系統架構規劃及災害應變決策支援系統之開發，並運用相關成果，協助推動平時減災工作，以及災害緊急應變相關支援作業。
5. 整合防洪、坡地、防震、防救災資訊與體系等工作成果，擬訂「臺北市地區災害防救計畫」，較過去防救災相關計畫，更強調整體性與前瞻性，並規範防救災相關工作權責，使分工更為明確。
6. 針對災害防救專責單位之規劃設立，研擬不同方案，並詳予探討比較，供臺北市政府設立災害防救專責單位參考。
7. 臺北市政府防救災工作團隊，已奠定防救災觀念與相關作業之良好基礎，於民國 91 年娜克莉、辛樂克等颱風侵台之應變期間，均能自行作業，提供災害應變中心決策所需資訊，並於民國 91 年 8 月舉辦「臺北市地區災害防救計畫及災害潛勢分析成果研習會」，由市府成員向相關業務單位代表講授防救災科技研發成果於實務工作之應用。

2.3.2 嘉義市防救災示範計畫^[9]

1. 緣起

考慮南部地區之區域特性，國科會防災計畫辦公室選擇地震與水災威脅均很顯著之嘉義市為合作對象，以便與都會型防災示範計畫(臺北市)相呼應，作為將來推廣防救災工作之參考。加上民國 88 年 9 月 21 日集集地震、10 月 22 日嘉義地震及民國 90 年 9 月 17 日納莉颱風帶給嘉義市之衝擊，嘉義市政府與國科會防災計畫辦公室均希望加速進行防救災相關工作，因而形成推動防救災相關業務之合作計畫，期望

結合理論與實務共同運作推展，將國科會防災計畫辦公室現階段研發成果，同時參考臺北市防救災合作計畫經驗以推展相關工作，移轉落實於嘉義市災害防救業務上，預計於四年時間內協助嘉義市政府規劃建置完整之防救災體系，並合作擬訂可供落實運用之地區災害防救計畫。案經嘉義市政府陳市長麗貞與國科會永續發展研究推動委員會萬執行秘書其超於民國 91 年 3 月 14 日假嘉義市政府代表簽約，這項合作計畫是國內地方政府繼臺北市後，整體考慮「平時減災」、「災前整備」、「災時應變」及「災後復建」等防救災工作，極具整體性與前瞻性，推動工作的相關經驗，可作為日後其他縣市地方政府推動防救災工作之參考模式。

2. 工作內容

本合作計畫乃針對嘉義市威脅均很顯著之地震及颱洪等天然災害為主要課題，進行相關防救災工作之研發、建置與推展。但由於災害的處理，必須具備整合性的應變組織，以統籌災害各階段之防救災事宜；而災害的評估，則涉及大量資料的分析與整合，故防救災專責機構及體系規劃建置、災害管理決策支援系統建置，亦一併納入本合作計畫中。因此，本合作計畫的五項主要課題為：(1)災害防救專責單位及體系之規劃及建立；(2)災害管理決策支援系統建置；(3)淹水潛勢分析及淹水境況模擬；(4)地震災害損失評估系統應用；(5)嘉義市地區災害防救計畫研擬訂定。

3. 組織架構

整個合作計畫案在民國 90 年 8 月 1 日由葉教授永田與許教授茂雄率領工作團隊會晤嘉義市陳代市長麗貞後，復經多次會議與三次工作協調會，雙方建立共識，正式確定合作計畫內容，並組成跨單位之「工

作協調會」，作為決策、橫向聯繫協調與工作推展之核心。

合作計畫之工作範疇中，許多重要事項皆需由數個相關單位共同協商推動。為有效推動整體工作，嘉義市政府由陳市長麗貞與國科會謝副主任委員清志共同督導合作案之進行；並由嘉義市政府陳主任秘書永豐與葉教授永田擔任「工作協調會」的召集人，其成員包括嘉義市政府相關局處首長及國科會「嘉義市防救災合作計畫」工作團隊分組召集人(包括地動、建築、橋樑、維生管線、土壤液化、防洪、體系及資訊等八組)；嘉義市政府消防局龔局長永宏及中正大學石教授瑞銓與高苑技術學院鄭教授世楠擔任計畫聯絡人(原聯絡人陳教授立言，自第三次工作會議後調整)，行政業務由嘉義市消防局搶救課林憲忠先生與國科會計畫助理洪千雯小姐共同承辦，整個合作計畫案第一階段之運作模式如圖 2-16 所示。

4. 執行成果

為推動與嘉義市合作計畫的五項主要課題，本計畫分為 8 個工作組進行各項研究工作，分別為地動組、建築組、橋樑組、管線組、液化組、防洪組、體系組及資訊組等八組。各分組研究人力及主要工作如圖 2-17 所示。本計畫於第一階段(90/12—91/07)執行重點為蒐集嘉義市現有之防災相關資料，並利用現有資料進行初步評估。第二階段(91/08~92/07)則為：以第一期研究成果為基礎，加入上年度蒐集的資料，進行再評估，以修飾第一階段的評估結果，並討論結果的合理性，同時進行技術移轉與訓練的工作。未來的工作項目(92/08~92/12)則將綜合所得的評估結果協助嘉義市政府修訂地區災害防救計畫，同時辦理系統移交及最後階段的教育訓練，期使嘉義市政府可持續更新各項資料庫、執行各種災情評估程式及防救災工作。

第二階段的研究成果，是利用第一階段之研究成果為基礎，加入更新整理的資料，並進行初步的災損評估，成果包括：(1)地動組—模擬估算當大地震發生時，位於嘉義（縣）市不同場址之最大加速度峰值(PGA)；(2)建築組—運用地方政府現有建築物資料建立能夠在『Hazard-Taiwan』使用的資料庫型態，進行嘉義市地震災損評估；(3)橋樑組—運用 HAZ-Taiwan 程式，評估嘉義市區內橋樑系統，於地震來臨時可能之受損情況與分布；(4)維生管線組—建置維生管線方面之資料、境況模擬、危害度分析、防救策略、防災計畫及緊急作業程序嘉義市管線資料、街道圖；(5)土壤液化組—進行調查區域地層的液化潛能評定。配合現地調查資料，進行液化潛感區域之劃定並建立一套完整的液化資料庫系統，以供未來嘉義市在進行相關工程規劃與查詢之參考依據；(6)防洪組—針對區域之地形、地物特性，建立嘉義市淹水數學模式以演算淹水過程，分析密集結構物、社區部落、道路系統等對區域淹水之影響，以提供淹水區域預測資訊，進而減免淹水損失；(7)體系組—針對現行防救災體系與防災計畫進行分析探討與評估，並提出改進建議；(8)資訊組—整合前述各組之研究成果，建立防救災資訊管理系統，包含災情評估系統、防救災資源系統及救災動員聯繫指揮系統等，系統建置也將架設於地理資訊系統上。

2.4 支援中央災害應變中心作業

針對汛期颱風侵襲台灣之整備與應變作業，防災國家型科技計畫辦公室工作團隊近年均配合應變作業進駐中央災害應變中心，運用中央氣象局之颱風與降雨動態資料，以及計畫辦公室製作之淹水與土石流災害潛勢資料，研判可能致災範圍與規模。在應變支援作業中，防災國家型科技計畫辦公室人員編組包括氣象、防洪、坡地、體制、資

訊與行政等作業分組，負責進行細部資料分析，逐時監測提出災情研判資訊，並提供中央災害應變中心指揮官採行因應措施參考。

自民國 90 年起，因應奇比、尤特、潭美、桃芝、納莉、利奇馬、海燕、娜克莉及辛樂克、柯吉拉等颱風侵襲之整備與應變作業，防災國家型科技計畫辦公室均支援中央災害應變中心相關作業，提供災情研判資料。以 90 年 9 月中旬納莉颱風應變作業為例，防災國家型科技計畫辦公室提出災情研判資料，並經由相關部會署共同協調與通報，針對危險地區進行強制疏散與撤離總人數超過二萬四千人，對減少人員傷亡發揮了實質作用。

2.5 美國德州農工大學合作計畫

防災科技相關研究走向國際合作已是世界之趨勢，無論從研究資源整合與科技交流而言，我國實應積極與世界各防災科技先進國家充分合作，以加速我國在此領域之研究與實務的發展。本合作計畫包括「淹水模式圖像使用介面與潛勢資料網路資料庫之建立」與「鄉鎮及村里災害預警決策之初步探討」兩部份。計畫內容與執行情形分述如下。

2.5.1 淹水模式圖像使用介面與潛勢資料網路資料庫之建立^[10]

防災科技相關研究走向國際合作已經是世界之趨勢，無論從研究資源整合與科技交流而言，我國實應積極與世界各防災科技研究先進國家充分合作。在防災國家型科技計畫辦公室與美國德州農工大學防災研究中心合作之架構下，本年度計畫是與美國德州農工大學防災中心技術交流全程三年計畫的第三年計畫，主要成果是以前二年國際合作計畫境況動態展示功能之研發成果為基礎，持續透過技術交流之國

際合作機制，完成洪災與資訊整合之相關研究，以及完成美國德州休士頓市之淹水潛勢模擬（圖 2-18），並加強降雨資訊與防災國家型科技計畫辦公室過去完成之淹水潛勢圖之整合運用（圖 2-19）。

本年度計畫是與美國德州農工大學防災中心(HRRC)技術交流全程三年計畫的第三年計畫，主要成果是持續推動前二年國際合作在圖像式淹水境況動態展示方面之研發工作，並完成美國德州休士頓市之淹水潛勢模擬，研究成果已成功強化降雨資訊與防災國家型科技計畫辦公室研發淹水潛勢圖等防災科技之整合運用。

防洪研究群召集人許銘熙教授於 92 年 7 月初赴美國德州農工大學防災與減災中心(HRRC)洽商國際合作研究內容，會中已成功展示應用美國德州農工大學防災研究中心提供之德州大休斯頓地區數值地形資料，由防洪研究群參所完成之美國德州休斯頓市及其週邊之淹水潛勢模擬。研究成果將可提供該中心進行德州公共安全部委辦之計畫，並可將其加值後之淹水災害避難系統相關研究成果，提供目前防災國家型科技計畫所積極推動之淹水災害境況演練與淹水損失評估與展示系統。

2.5.2 鄉鎮及村里災害預警決策之初步探討^[11]

本計畫之研究內容在於了解鄉鎮層級政府災害預警訊息發佈之決策過程與考量因素，並選擇南投縣水里鄉及信義鄉為研究對象。由國外相關文獻回顧、美國德州農工大學防災研究中心(HRRC)並配合我國災害防救運作體系所修正之研究架構，在颱風來臨前的警報發佈決策過程中，主要的考量因素包括颱風相關資訊以及社區特性。經研究調查發現，對鄉鎮災害應變中心而言，警報發佈的主要考量因素包括

「本次颱風特性」、「過去颱風災害經驗」、「職責上的考量」，消防分隊的考量因素則有「上級單位的指示」、「本次颱風特性」、「過去颱風災害經驗」、「職責上的考量」，在村辦公室方面，其考量因素包括「本次颱風特性」、「過去颱風災害經驗」、「當地的實際天氣狀況」以及「居民的信任程度」。

在颱風相關資訊方面，主要為氣象、水文資訊的來源，亦即「本次颱風的特性」，受訪者會因為在行政單位所在位置的差異，所取得的資訊詳細程度亦有所差異。在鄉鎮災害應變中心，可取得中央氣象局、日月潭氣象站及水保局網站土石流防災應變系統的氣象、水文資訊，消防分隊的氣象、水文資訊來源主要為縣災害應變中心所提供之颱風通報單，但資料較為簡略，通常需要自行上網查詢最新颱風相關資訊，而村辦公室的資訊來源則是村長自行從新聞媒體取得氣象、水文資訊，沒有政府部門提供相關的氣象、水文資訊來源，然而，由於村長身處在當地，因此在警報發佈的決策過程，會參酌當地的實際天氣狀況，再決定警報發佈的時機與方式。

其次，對於社區特性方面的考量，鄉鎮災害應變中心及消防分隊同時較著重於過去颱風災害經驗中各個社區的受災情形，以做為警報發佈的考量因素，村辦公室則會依過去颱風災害經驗並依社區居民居住區位的危險程度先行發佈警報，另外，需特別注意的是，村長往往會考量居民對於警報的信任程度，因此會慎選警報的發佈時機及區域，但鄉鎮災害應變中心與消防分隊則是以職責上的考量以及完成上級單位的指示為目的，並未考量居民對於其所發佈警報的信任程度；另一方面，在本計畫研究中發現，對於居民的疏散避難所造成的停工損失或交通及食宿成本，並未被任何決策者所考量，而社區居民的疏散避難特性也未被鄉鎮災害應變中心或消防分隊所考量。

針對以上研究發現，本計畫提出四點初步建議，包括：(1)應考量社區當地實際天氣狀況來決定警報之類型與發佈時機；(2)應建立災害預警訊息發佈之執行者與居民間的信任關係；(3)提供村長充份的氣象、水文資訊並加強資訊判讀之訓練；(4)災害預警訊息發佈應考量社區特性及疏散避難成本。為了建構政府部門整體性災害預警之機制，建議後續相關計畫可延續本年度計畫之研究成果，首先進行居民疏散避難影響因素及決策過程之調查，其次，探討中央及縣市層級政府於颱風災害時警報發佈的決策過程，以比較分析政府部門警報發佈與居民疏散避難行為之落差，最後，建立政府部門災害預警訊息發佈之決策模式，以落實災害預警機制。

2.6 國際交流與合作^[12]

為瞭解國外防災工作推展情形，促進合作交流。計畫辦公室相關成員於 92 年度參訪美國及日本防災研究與業務相關單位，參訪內容與心得如下：

1. 參訪目的

為瞭解國際防災科技研發相關工作之推展情形，並汲取有關經驗。國科會、國家災害防救科技中心與教育部顧問室相關人員前往美國、日本災害防救研究單位參訪。瞭解美國與日本災害防救相關研發與工作推展情形，蒐集相關資料，提供我國推動災害防救研究與實務工作參考。同時，藉由此次參訪，建立國家災害防救科技中心與美國、日本之災害防救相關研究單位良好的互動關係，有助於日後的合作與交流。

2. 參訪時間

92年8月2日～10日。

3. 參訪單位

美國休士頓大學結構研究實驗室、德州農工大學(TAMU)、德州運輸學會運輸監控中心、搜救小組與消防訓練學校，以及日本京都大學防災研究所、防災科學技術研究所—實體三次元震動破壞實驗設施、阪神・淡路大震災紀念—人與防災未來中心等單位。

4. 參訪人員

羅俊雄教授、陳亮全副教授、魏良榮博士、李清勝教授、許銘熙教授、蕭代基教授、溫國樑教授、許健智組長、何興亞執行秘書、李文正博士、賴美如小姐、金玉堅研究員。

5. 參訪心得

(1) 美國德州農工大學減災與復建研究中心(HRRC)成立才十餘年，發展卻相當快速，在減災、整備、應變及復建等方面的研究能量相當厚實。其跨領域的整合並將成果推廣落實到實務工作的做法值得我們學習，同時由於長期對州及郡縣政府進行防災體制的規劃研究，不但財源沒有問題，同時亦與地方政府建立良好的合作關係。國家災害防救科技中心之任務與功能均比 HRRC 更廣、更複雜也更艱鉅，然最終目的卻是一致的—建置並強化地方政府的防救災作業能力。

(2) 阪神大地震後日本政府加強推動災害防救科技研發與實務應用之相關工作。在中央政府方面，包括擔負研發任務之科學技術研究所、建築研究所、土木研究所等行政法人組織，以及國土交通省中

設置國土總合技術研究所，負責整合各相關行政法人研究機構之研究成果，研擬跨部會之政策建議與施政策略；在地方政府方面，結合鄰近地區綜合大學之防災研究所（如阪神地區之京都大學防災研究所、神戶大學都市防災研究所等）、災害防救相關研究機構（如EDM、人與防災未來中心 DRI 等），透過災害防救相關研究領域大學教授之參與，進行地方政府災害防救實務人員之研發技術轉移、教育訓練等，實有助於提昇地方政府災害防救業務能力，並強化專業人才培訓，確實將研發成果應用於實務工作中。我國中央政府雖已設置災害防救委員會，但仍屬任務編組性質，地方政府推動整合性的災害防救工作仍屬起步階段。相關經驗，值得參考。

- (3) 日本京都大學國際化的程度超出吾人想像，的確有傲人優勢致能獲選為日本 Center of Excellence。國科會與教育部共同推動的卓越計畫，基本構想即是建立 Center of Excellence，推動至今，個別計畫的成效相當優異，但對於建立卓越中心之目標仍有相當大的距離，值得我們深思與檢討。
- (4) 日本曾經受到阪神大地震大規模破壞之神戶地區，災後歷經八年重建工作，除了整體都市設施、景觀之重建工作外，亦包括實體三次元震動破壞實驗設施之強化地震研究設施。為了保留阪神地震之教訓與經驗，在重建工程中，特別建置了人與防災未來中心、人與防災未來館，從生命關懷的角度推廣防災、減災的觀念與知識，以達到重視人命保護與愛護自然環境之教育目標。由這些措施之規劃推動與成果展現，可感受日本政府推動災後重建工作更深一層的努力與用心。
- (5) 神戶市人與防災未來中心、人與防災未來館之命名、設施、展示內

容、導覽義工（經歷阪神地震經驗的當地居民）的安排上，均是以「人」（尤其是經歷阪神大震災之神戶人）的角度來傳達對於災害的恐懼感，以及如何透過災害經驗傳承、正確災害知識、認知的建立等，減低對於災害發生的恐懼，進而建立正面、積極面對災害的態度，來進行民眾參與的防災相關工作，以減少災害的破壞，以及與受災的神戶市一起重生，並將寶貴經驗傳承下去。此等以「人」為本的思維，導入災害防救工作的做法，值得借鏡。

- (6) 綜觀日本防災科技研究近年發展，個別領域的均很傑出，但整合則益形困難，本位主義的心態很難因應整體面的需求，此點也道出了未來國家災害防救科技中心未來可能面臨的挑戰，如何打破領域的藩籬是相當重要的課題。宜及早因應，結合協力機構的力量，建構嚴密之防救災研發與支援網絡。
- (7) 防災教育宣導推廣極為重要，應與生活密切結合，並善加利用電腦網路相關技術與資源，製作生動影片與富趣味性之教學設施，以加強學習效果，持續推動。
- (8) 美國、日本學者專家，對我國近年能夠整合災害防救科技研發資源，統籌規劃推動相關研究工作，極為稱許。因為此等整合運作機制，在美國、日本尚未形成，且難度甚高。
- (9) 國家災害防救科技中心在我國災害防救之研發推動、技術支援、落實應用等工作上，扮演關鍵角色，亦勢必成為我國防救災領域國際合作交流之樞紐，應加強進行國際化相關之人員培訓與作業機制規劃等工作。

2.7 推動防災科技教育改進計畫

1. 緣起

台灣位於副熱帶季風區，每年 5、6 月間會有異常梅雨，7~10 月間則有颱風侵襲，此等特殊氣候，常帶來豪雨，加上地形陡峻，河川短促，引發嚴重水災之機率較高。同時，颱風之強勁風力，常造成大量農作物損毀，導致可觀之經濟損失。另外，台灣位於歐亞大陸板塊與太平洋菲律賓海板塊交界之處，屬世界上有感地震最頻發的地區之一，因地殼運動關係，地表破碎、地層上升，而形成陡峻的地形。地質構造複雜為崩塌的基本條件，而崩塌的誘發原因則為颱風豪雨的侵襲及地震，再加上山坡地大量開發，更加重崩塌所造成之災害。

由於台灣的自然環境條件欠佳，天然災害頻頻發生，常導致人民生命財產的嚴重傷害與損失。社會大眾對於災害的問題一向非常關心，政府相關部門也都很重視災害防治工作，歷年來投入相當多的人力與財力於防救災業務上，防災科技研究活動亦逐年增多。但由於經濟發展與社會變遷快速，使得防災工作顯得不夠紮實。特別是大眾防災教育普及方面，由於社會大眾缺乏對災害的認識、事前災害預防的不足以及災害發生時應變處理上缺乏相關的諮詢等種種盲點。因此，90 年 1 月的第六次全國科技會議中，作成「加強推動防救災教材編訂與出版、建立推動機制等相關工作」的建議。同年 5 月 9 日行政院第二七三三次會議通過之「國家科學技術發展計畫(90~93 年)」，亦將該項建議列為重要實施方案。為落實此一方案之推動，教育部顧問室於 90 年 6 月開始著手規劃，並於 91 年 3 月提出 92~95 年度「防災科技教育改進計畫」四年中程綱要計畫書，其計畫之總目標為針對天然災害與人為災害「整合防災教育資源，建立良好學習環境，進而強化社

會抗災能力」，具體目標如下：

- (1) 檢討規劃本土化災害防救教育課程，並編訂適用教材
- (2) 規劃建置防救災教育網站與知識庫
- (3) 培訓防救災教育人才與種子教師
- (4) 規劃建立災害防救教育資源中心
- (5) 落實防救災教育工作，提升國內防救災教育之水準
- (6) 結合學校、政府部門與社會資源，規劃災害防救教育推動與評鑑體制
- (7) 防救災教育導向永續經營發展

期能透過防災教材的編撰及防災教育的推廣等等策略，將防災的理念深植於社會各階層，讓民眾認識台灣本土性天然災害特性並增加災害防治的知識，進而提升大眾防災意識與整體防災工作效能。

2. 目標

教育部為推動執行前述中綱計畫，乃於其顧問室下成立「防災科技教育改進計畫」，邀請具有豐富經驗與學養之學者專家組成「計畫諮詢委員會」，並設置任務編組之「計畫辦公室」，進行防災教育推動機制與防災教育資源中心之規劃，以及整體計畫之協調與推動、成果整合與評鑑等相關工作，以期達成中綱計畫各項擬定之目標。因此，本運作推動核心計畫之目標有二：一為組成「計畫諮詢委員會」協助推動整體計畫；另一為成立任務編組之「計畫辦公室」，協助進行天然災害防災教育推動相關工作，包括：

- (1) 整體計畫之規劃、徵求與審查
- (2) 辦理各項計畫之工作協調、期中與期末報告、成果彙整與評鑑等事宜
- (3) 辦理各項計畫(補助計畫)經費核銷事宜
- (4) 規劃建立整體計畫作業網站
- (5) 規劃建立防災教育推動機制
- (6) 辦理年度成果發表會
- (7) 規劃建置防災教育資源中心

此外，為期學校防災科技教育改進專案補助之成果能更具體顯現，並顧及資源有效運用及合理分配，針對各校「防災科技教育改進計畫」之申請、審查提出方案，並進行實地考察、成果發表與教學觀摩，以期達成各項擬定之目標。

3. 執行成果

本計畫自 92 年 1 月 1 日「教育部天然災害防災科技教育改進計畫辦公室」成立至目前 92 年 10 月 31 日止，相關之執行成果彙整如下：

(1) 92 年度計畫規劃、徵求與審查

本計畫在 91 年 10 月 7 日教育部顧問室行文各校說明徵求 92 年計畫及上網公告後，本辦公室即於計畫徵求期間接獲許多的詢問電話，申請情況更是踴躍，實際提出計畫構想書之件數，共計 131 個計畫，包括 18 個整合型計畫(內含 119 個子計畫)，12 個個別型計畫；經過計畫構想書的書面初審及 91 年 12 月 4 日的會議複審後，共有 13 個整合

型計畫(內含 69 個子計畫)、5 個個別型計畫通過評審門檻；初步獲得通過的計畫仍需研提「詳細計畫書」，並經書面初審及會議複審後，最後以 12 個整合型計畫(內含 45 個子計畫)，2 個個別型計畫獲得通過。「詳細計畫書」審查之重點如下：

- 以計畫執行成果可發揮影響與具體成效為首要考量，工作內涵應避免以研究取向為主。
- 計畫內容應與整體計畫之規劃課題與細部計畫相符，進行方式應具體可行。
- 以通盤性考量、涵蓋範圍較廣者優先，不宜過於偏重個案或強調地區屬性。
- 整合型計畫優先，所屬子計畫間之工作項目、成果銜接、執行進度等有關事項應緊密配合。
- 研究團隊成員應有足夠經驗與能力，執行計畫所列各項工作內容。
- 各計畫應配合各項課題規劃經費，並考慮一項課題可能有若干個計畫同時執行之情況，務實編列經費需求，過於龐大或浮濫均將影響評分，甚至導致無法通過審查。
- 各項因素相當之情況下，將優先考量執行單位可配合補助經費與設施之計畫。

(2) 防災教育參訪

為強化相關業務人員防災素養與學習防災知識之知能，本計畫辦公室於 92 年 9 月 4 日辦理「防災教育知性之旅」參訪活動，參訪台北市防災科學教育館、台北市消防博物館及基隆市防災教育館等三處，希望參訪人員藉著實際的參觀體驗防災教育館相關設施、吸取第一線

防災工作人員實際經驗，能為日後協助推動相關災害防救工作，注入新的知能，當災害發生時，亦能在最短時間內迅速採取因應措施，使個人暨團體的損害減至最低。

此次參訪活動參加的對象為國家災害防救科技中心召集人暨全體同仁、國家地震工程研究中心同仁、防災科技教育改進計畫主持人或專任助理等共計 70 名，夥伴們對防災教育之支持與熱情於活動中展露無遺，專注、認真提問、實際親身操作體驗各種消防器材、設施，豐富的活動內容、詳盡的導覽解說，讓每位參訪者獲益良多、滿載而歸。

(3) 規劃建置防災教育資源中心

「防災教育資源中心」的規劃建置，是將防災教育相關資源(包括課程綱要、教材、學校災害防救計畫、網站、知識庫、培訓人才計畫、教師研習活動、災害防救演習與相關競賽及相關教學設施等)進行整合，進而持續推動災害管理與防災教育工作，除可培養災害管理專業人員與一般民眾具備適合之防災素養，提昇國民對災害的認識，瞭解準備和緊急應變的重要，並可於教育過程中提昇對防救災的體認，而能夠在災害發生時採取即時合宜的因應措施，以保護自身安全並減輕災害損失，對社會安定可產生相當大的正面影響。

「防災教育資源中心」應定位為政府防救災教育體系之資源統整中心，由教育部顧問室、行政院災害防救委員會及國家災害防救科技中心共同規劃建置，並依業務需求，由教育部顧問室、行政院災害防救委員會及國家災害防救科技中心共同編列維護、管理及資料更新所需之運作經費。

有鑑於過去的學習與教育模式大都以「靜態的」文字及圖形為主，

如今隨著電腦科技之進步，使得教材的呈現方式朝向以「動態的」圖形、影像、聲音等結合的方式為主，如能進一步開發災害防救之相關軟體與益智遊戲，將使學習者能在輕鬆有趣的環境下，了解災害防救方面之相關資訊。同時，隨著網際網路之普及，使得資料流通更為方便，尤其是以全球資訊網（WWW）為平台，可使資料與地理資訊系統（GIS）結合，提供給全國各地的使用者共享，同時利用多媒體通訊的相關技術加以整合於全球資訊網製作中，將可大幅提升防災環境資訊傳播之效果。

因此，完備的「防災教育資源中心」，應包括兩方面：一個是完整的課程規劃與多媒體訓練場地，一個是互動式網路學習系統。前者是由教材撰寫教授親自利用立體影像與多媒體教材現場授課，對象為專業人士；後者為一般人士，而針對一般網路學習的需求，至少需具備資料庫與容易操作使用之圖像顯示介面。資料庫亦可供現場上課之用。資料庫提供防災教育所需的各項相關資料(例如各類別災害防救觀念與認知、相關課程綱要、教材、教育培訓相關資源設施等)，藉由互動式虛擬實境(Virtual Reality)及多媒體展示，包裝成一套應用系統，加以設計生動的人機互動機制，將可大幅提升防災環境資訊傳播之效果。初步研擬之「防災教育資源中心」網站架構如表 2-1 所示。

2.8 災害防救科技中心籌劃設立

防災國家型科技計畫推動以來，投入防災科技研發之政府部門計有十一個部會署，包括二十三個單位，為數甚多，但缺少統籌單位，以協調及結合各單位之防救災研發能量。防災國家型科技計畫雖然已發揮部份協調整合功能，但因目前仍以計畫方式運作，人力不穩定，較難鎖定長遠的研發目標、有效促進成果的落實應用。而防救災相關

工作需長期投入，累積經驗，定期更新業務相關資料庫與技術，必須有統籌單位從事防救災科技研發重點研訂、分工規劃、成果整合、技術轉移及落實應用，使整體研發工作兼具前瞻性、整合性及實用性。因而，如何建立一個統籌單位，實為刻不容緩之事。

民國 90 年 4 月 16 日，行政院災害防救委員會陳執行長錦煌與國科會魏主任委員哲和共同召集災害防救科技中心規劃構想簡報會議，主要結論包括：(1)請顏清連教授擔任籌備規劃小組召集人，羅俊雄教授協助推動相關工作；(2)災害防救科技中心之定位應強調整合，兼顧科技研發整合推動與落實應用；(3)人才培育亦應列為重點，可考慮與教育部配合推動；(4)災害防救科技中心之設立宜整合擴大現有單位(如國家地震工程研究中心、防災國家型科技計畫辦公室等)之功能，同時建立與國內各大學及政府防災研究單位之協力合作機制；(5)災害防救科技中心之監督管考工作由行政院災害防救委員會與國科會共同負責；(6)國科會與台北市政府防救災合作計畫為研發成果落實應用與推廣模式，可供進一步推廣參考。

為了深入討論防災科技中心之任務、功能、目標、定位、組織、運作與資源需求等有關事項，籌備規劃委員會與工作小組於 90 年 6～10 月間，共計召開了十二次籌備規劃相關會議，包括：一次座談會、六次籌備規劃委員會議、五次工作小組會議。經過將近四個月的資料蒐集、整理分析與密集討論，在籌備規劃委員會指導之下，工作小組於 90 年 10 月撰成規劃報告草案。

91 年 1 月 16 日中央災害防救會報第三次會議，行政院張前院長指示：「國科會主委邀請人事行政局及主計處等單位協商籌設災害防救科技中心相關事宜，並請災害防救委員會執行長協助，．．．」國科會

魏主委哲和遵照指示，指定謝副主委清志負責督導，由國家地震工程研究中心羅主任俊雄擔任籌設小組召集人，進一推動災害防救科技中心籌設工作。91年8月1日行政院災害防救委員會議，針對籌設小組研提之災害防救科技中心籌備規劃案做成決議：(1)准予備查。(2)本案仍請遵照91年1月16日中央災害防救會報第三次會議中有關「國科會主委邀請人事行政局及主計處等單位協商籌設災害防救科技中心相關事宜」之指示，儘速協商籌設成立報院執行。

國科會遵照指示，由防災國家型科技計畫辦公室繼續邀集專家學者與相關單位代表，深入討論防災科技中心之任務、功能、目標、定位、組織、運作與資源需求等有關事項，擬訂「國家災害防救科技中心設置要點(草案)」及「國家災害防救科技中心設置計畫(草案)」，並提報92年3月17日召開之行政院災害防救委員第十三次委員會議討論通過，由行政院災害防救委員授權國科會設立國家災害防救科技中心。

行政院於92年5月17日函頒「國家災害防救科技中心設置要點」，國科會主任委員於92年7月15日召開行政院災害防救專家諮詢委員會92年度第一次會議，正式宣布成立「國家災害防救科技中心」，並由此中心負責防災國家型科技計畫之運作。

「國家災害防救科技中心」之主要功能包括「研發推動」、「技術支援」及「落實應用」，可協助擬訂有效的防救災對策，有助於提昇社會整體抗災能力、改善環境、強化國土保安，實為推動災害防救工作之關鍵，以減少因災害事件造成之財物損失與人員傷亡，為國家奠定永續發展的基礎。

2.9 推動建立防災科技研發協力機構運作機制

為擴充防救災研發能量，國家災害防救科技中心選擇在災害防救科技研發工作上，已累積相當經驗與能力之研究單位為協力機構，共同推動相關工作，以帶動區域性研究與作業支援效能、提昇整體研發能量，使各層級災害防救工作之推動，均能獲致良好技術支援。因此，國家災害防救科技中心協力機構設置之目的主要為結合上、中、下游研發能量，強化研發成果，以提升災害防救科技水準。因此在與協力機構之運作機制上乃以協助國家災害防救科技中心達成研發推動、技術支援及落實應用之三大任務。

首要目標建立國家災害防救科技中心與協力機構運作機制，訂出協力機構遴選、補助、審查、評鑑辦法，工作任務包括：執行加強地方政府防救災作業能力之專案計畫；科技研發與實務需求，執行長期性重點研究計畫；配合政策與實務需要，進行緊急應變、勘災調查等技術支援工作等。

國家災害防救科技中心 92 年 7 月分別於北、中、南各地舉辦說明會徵求計畫，由各大學與就近地方政府協商研提計畫，於 92 年 10 月邀請學者專家審查，遴選出六所大學為協力機構，包括：台灣大學（台北縣、市）、中央大學（桃園縣）、逢甲大學（彰化縣、台中市）、中興大學（南投縣）、成功大學（台南縣、市）與高雄第一科技大學（高雄縣、市人為災害），第一年擬協助八個縣市強化地區防救災業務，並責成高雄第一科技大學建立支援地方政府人為災害之運作機制。

推動之工作首先建立國家災害防救科技中心、地方政府與協力機構間之運作機制，包括協力機構的遴選、補助、審查評鑑等工作，使地方政府能運用協力機構防救災科技研發能量，強化地區防救災能

力。在科技研發方面：因應地區災害特性，檢視更新地區防救災資料庫，包括建立完整之災害潛勢資料，提昇颱風路徑、風力與定量降雨之預報技術與精度，提昇洪水預報與土石流預警技術與作業能力，推動地震災害損失評估系統，災害情境模擬，建立防救災決策支援系統，各類災害防救法規準則擬訂所需技術之研發等防災相關科技技術。在加強地區防救災業務方面：包括協助地方政府成立防救災專責單位，整合地方政府各機關防救災資源，建立運作體制，進行業務相關人員教育訓練。防救災政策實務需求方面，成立地方政府專家諮詢團隊，支援地方災害應變支援作業，進行災後調查損失評估，蒐集資料，作為未來工作之檢討與修正。

參、各部會署計畫執行情形

防災國家型科技計畫成立以來，計畫辦公室即依據與各部會署共同研訂之整體規劃目標及研究項目與分年具體目標，持續與各部會署保持密切之聯繫，瞭解各部會署相關計畫推動執行情形，並給予必要協助。各部會署相關單位防災國家型科技計畫 91 年度核定情形詳如表 3-1 所示，計有 10 個部會署，涵蓋 15 個單位投入，總經費約為四億零五百九十五萬元，細部計畫研究案共有 236 個，均已執行完成且相關研究成果亦已提出，可簡要歸納如下：

3.1 經濟部水利署

3.1.1 水文氣象資訊與水文水理系統模式整合之研發(1/2)

本計畫針對(1)雷達觀測資料之處理展示與雷達觀測系統之整合，(2)SOBEK 模式前處理與後製作規劃，(3)水文觀測資料之查核與分析，與(4)系統模式架構規劃及未來發展之評估分析等工作進行研究與整合。雷達資料地形雜訊的問題採用兩種方法處理：(1)將受到地形遮蔽阻擋的回波資料以上層不受地形影響的回波資料取代；(2)計算雷達波束受地形遮蔽的比率，還原實際的回波值，分析結果以圖形介面展示。在多個雷達的空間資料整合方面是參考美國 NSSL 之數據整合(mosaic)方法，以計算該點之合成觀測值。

在 SOBEK 模式前處理與後製作規劃方面，完成部分操作介面的中文化，並透過介面連結資料庫，將資料轉換為 SOBEK 模式所需之檔案格式。並以實體關係模型(Entity- Relationship，簡稱 ER 模型)規劃 SOBEK 模式之後製作程序，以便透過自動化方式將輸出結果連結至資

料庫。模擬淡水河流域之納莉颱風事件發現，在沒有加入降雨逕流等側入流量與檢定河川摩擦糙度係數的條件下，計算水位與實測水位變化趨勢相同，但會低估洪峰水位。以目前結果來說，SOBEK 模式之數值模式可靠度與介面友善度均評價極高。

本計畫所建立之雨量資料檢核模式，可協助作業人員迅速判斷，或作為資料品質控管之參考。對於水位站觀測資料之查核邏輯，依據地理位置及水流來源的特性個別建立適用於各河段之查核邏輯。另外，對雨滴譜儀效能進行評估，發現利用雨滴譜儀將提高應用雷達回波資料估計降雨率之準確率。此外，本計畫對國家高速電腦中心所提出之格網計畫進行瞭解與分析，結果發現網路化確能夠提升未來系統之應用性，並將以荷蘭 Delft Hydraulics 所開發之洪水預警報系統 DELFT-FEWS，作為日後建構網路線上操作即時模擬系統的發展基礎。

3.1.2 水災損失評估系統模式之建立(1/2)

臺灣位於太平洋西側，總面積約 36000 平方公里，其中山地面積占三分之二。臺灣地區具有流域面積小、山高坡陡、源短流急等特性；且年平均降雨量約 2500 公釐，70~90%發生於每年五~十一月間，又西部平地年平均降雨量只在 1500 公釐左右，而山區卻高達 5000 公釐，時間與空間分佈上極不均勻，加上河川上游坡度極陡峻而下游地區急遽減緩之情形下，每逢颱風、豪雨侵襲之際，經常造成人口聚居之下游區域發生嚴重之水患，且此災害損失有跟隨臺灣之經濟發展而呈顯著增加之趨勢，也使得洪澇災害防救工作之執行更具挑戰性。

本研究擬以二年期間，分年依序收集國內外有關水災損失估算及評估之文獻資料，提出水災直接損失估算與評估之理論、方法及模式，建立水災損失與洪水發生頻率、淹水深度、土地使用分區類型、產業

類型等之關係並將其模式化，據以建立水災災損評估系統，同時進行大臺北地區(含基隆市)九十年納莉颱風之災害損失資料調查收集，且依據災損資料之特性建立詳盡之基本資料文件，作即水災災損評估模式驗證之用。俟「民國九十年颱風、豪雨分析暨紀實」工作完成後，再進行災損評估系統之調查，考慮並入間接災損，做全盤合理之估算。最後完成水災直接損失評估系統之操作手冊、維護手冊，且舉辦階段性教育訓練及推廣會議，宣傳整體水災損失評估系統之嶄新概念，藉以推廣至一般民，提升國民之防災觀念，並提供政府從事防災體系規劃之參考。

本計畫已整理完成由北區國稅局瑞芳稽徵所汐止服務處及台北市國稅局松山、信義、南港、內湖與中北等五稽徵所抄錄之民國 90 年 9 月間納莉颱風個人及營業單位減免所得稅之資料，並由其中建構出台北縣及台北市住宅區與工商業之淹水深度—損失曲線，藉以瞭解淹水深度與淹水損失間之因果關係，求得颱風淹水區域較接近實際狀況下之損失金額與淹水深度間之機制，並從中求得住宅區與工商業之區域調整係數。至於危險度分析中相關淹水損失之估算，本計畫應用上述之諸多分析結果，再配合所蒐集之研究區域歷年淹、積水資料與模擬結果，從事淹水損失之估算。本研究已完成台北縣及台北市之住宅區與工商業不同重現期之淹水損失估算，並將不同成果繪製成各別之淹水危險度分析圖，以作為研究區域防洪救災規劃之參考。

此外，由於前述之分析方法所採用之淹水損失模式大多可推估出可量化之淹水損失，但對於不可量化損失之估算上有其資料取得之困難度及應用上之限制性，故本計畫再採用洪災潛勢指數之評定方法，以相對重要性比值法來考量各村里中心與河川主流之距離、平均淹水深度、土石流潛勢、單位面積加權產值比、人文因素及防救災體系等

六種災損影響因子對洪災潛勢之影響權重，而後將各因子分別依其評分標準予以計分，並計算出各村里不同因子之灰關聯係數，將此灰關聯係數按求解之各因子權重分配加權結合之，以評估示範區之洪災潛勢指數，其結果可作為水利主管機關日後擬定較細部防災政策之依據。本研究亦蒐集並整理台灣近二十年來 45 場颱風事件之災損資料，且將全台灣依照水資源分區原則劃分為北、中、南及東等四區，求得各場颱風事件主要受災地區之平均人口密度、平均面積及平均總雨量，再以非線性複歸方法加以分析之，初步建構出一具本土化災損估算之統合公式。本計畫另已架構出評估系統中所需輸入資料之類型、格式、製作方式與資料之 QA、QC 之控管方式，以確保資料之適用性與正確性。本計畫亦完成台北市及基隆市納莉洪災損失之現地調查與整理，並研撰水災災損評估系統之操作手冊、維護手冊及其資料之操作維護手冊。本計畫已於 91 年 10 月間邀請相關防救災單位與人員，參加「水災損失評估系統模式講習會」，期能讓參與人員瞭解整體水災損失評估系統之理論與實務，期冀將來逐漸推廣至一般民眾，提昇國民普遍且正確之防災觀念。由以上之具體成果展現可知，本計畫已達到預期之進度與目標。此外，由於本計畫於估算直接淹水損失時，主要依據來自稅捐機關提供之災損申報資料。然由於國稅機關各自獨立作業、作法不一，故各單位提供之資料內容、格式有所差異，造成不同地區估算基準之落差。建議有關單位能協調財政部門，建立一取得災損資料標準之作業流程及提供資料內容之標準，俾利往後相關部門或學術單位進行洪災損失評估之研究。本計畫關於洪災直接損失分析之工作暫告一段落，未來將以洪災之間接損失分析為主。間接損失之估算無論在資料之蒐集、評估模式之建立，均較直接損失複雜甚多，且有許多資料必須由政府相關單位提供，如各行業產值之變化、區域之經濟規

模、產業別間之關連性，而非單純之現地調查所能取得，希望未來有關單位能多予協助，以利洪災間接損失評估工作之進行。

由於淹水災害發生之時機不定、機制複雜且範圍相當廣泛，本計畫不論於災損資料蒐集與災區現地量測調查上，已花費相當多之人力與物力，且獲致初步可用之成果。不可諱言「防災」比「救災」更為重要，建議未來相關防救災單位或後續有關研究，能在現有之研究基礎上，更進一步進行防災規劃、對策研擬、救災疏散及社會保險等方法之研析與體制之建置，使防災體系之軟硬體設施能更臻於完備，以減輕天然災害對於國計民生造成之損害。

3.1.3 經濟部防災應變作業系統建置計畫

水利署自本年(91年)3月28日正式成立，依據災害防救法規定，於颱風、豪雨期間需成立緊急應變小組，以彙集即時水情及水利設施災情，提供中央災害應變中心做為救災決策之參考，因應水利署緊急應變小組作業需要，經內部會議決議結果，以水利署台北辦公室九樓會議室做為經濟部緊急應變小組值勤之場所，為配合值勤需要，須擴充目前會議室之硬軟體設備，以符作業所需。同時將原台中辦公室水情中心系統、淡水河流域防洪指揮系統、淡水河水預報系統及台電、自來水公司及經濟部轄下之事業單位等相關資訊加以彙整，建置一適合水利署作業之環境。在軟體功能方面，本計畫除將原水情中心系統及淡水河防洪指揮系統轉入外，尚發展輔助應用系統，便於作業人員值勤時資訊蒐集及整理，如定時水災情資訊，簡報資料及通報彙整資料。以提供自動化作業環境，迅速彙整各方資訊並自動列印報表，使決策長官在眾多資訊中萃取有用資訊，作出因應對策。

開發完成之防災應變作業系統，提供緊急應變小組人員在旱澇災

應變時一軟體作業環境，透過通報自動化、報表自動化及簡報自動化，有效減低作業人員之工作負荷。藉由統一之登錄介面，統一各單位之登錄作業，使作業順暢。在資料庫建置方面，由於各系統之資料庫均由開發單位負責開發，各水文資料格式各異，在相互引用時誓必困難重重。因此針對水文資料庫之整合有一長遠規劃，以避免重覆浪費資源。亦即有關水文資料方面，各系統均由統一之水文資料庫查詢應用。透過統一的標準資料交換介面，即時查詢各項水文資料，毋須由其他廠重覆建置，各系統僅保有除水文資料外之加值資訊，此可達到資料統一運用的目的。由於外界對水災情資訊相當重視，而水文資訊蒐集之頻率以目前一小時一筆之資料量來看，已無法滿足需求。因此，若經費許可，可逐年改善各河川局之水位計等傳輸設備，期將水文資料傳輸頻率提高至每 10 分鐘一筆。

3.1.4 決策支援系統傳輸體系之規劃研究

台灣地區由於地理位置因素，每年常遭颱風、豪雨所侵襲，期間所帶來之災害，常常造成民眾重大之損失。因此，本計畫最主要的目標為完成颱風豪雨等天然災害救災應變決策支援所適用的傳輸方法之規劃與評估，以做為未來執行救災應變決策支援之依據。本計畫完成有線與無線共十五項傳輸方式之資料蒐集、數位相機現場攝影 GPS 災情現場定位影像與座標資訊整合 Compact Flash 記憶卡 PDA GSM 行動數據網路連接 FTP 網路資訊傳輸遠端伺服資料配合性及未來發展等，並對上述之傳輸方式進行成本分析。本研究團隊認為單一的傳輸方式並無法應付台灣目前之水災防救傳輸體系之重任，因此，透過多重傳輸方式的連結整合是必要的。經由上述之有線傳輸方式歸納出五種可行之方案（包含現況），最後再透過階層分析法（AHP）等多評準決策分析方式決定出最佳的傳輸體系方案，並探討異業承攬的可行性。本

計畫之結論與建議如下：

本計畫蒐集美日等國之防救災傳輸體系，其中以日本之防救災體系與我國之災害防救體系較相近。日本之整體防救災通訊系統是以無線系統所組成，包含多重無線及無線電系統之使用。另外，利用有線系統如電話、光纖之高速網路等，架構整個傳輸體系。近幾年來更發展多功能的衛星通訊於防救災資訊之傳輸。衛星通訊乃有效利用衛星之同步性、廣域性、機動性及抗災性等特性，使得中央及地方等各個機關間之訊息藉由網路能夠即時相互連結並傳遞，當重大災害發生時，能夠取得鄰近區域的即時支援，進而有效控制避免災情擴大，使災害減至最低之一種傳輸體系。因此針對水利署，甚至國家之防救災傳輸系統，將可借鏡日本之經驗以無線傳輸加上衛星通訊配合有線網路構成防救災通訊系統網。

綜合本研究之評量方法分析後，以丁方案【前端（水文站至河川局或水資源局）採用無線區域網路，後端（河川局或水資源局至水利署）採用衛星系統】與戊方案【前後端均採用衛星通訊系統較符合緊急時期傳輸方式】較能符合緊急時期傳輸之需求，但戊方案由於均以衛星系統建置傳輸系統，其初期建置經費及未來每年通訊及維修費將遠高於其他方案，若考量經費的情況下，建議以丁方案較符合緊急時期傳輸系統之規劃方向，主要傳輸之資料包含水文站之數據及影音資料為主。

本研究建議水文監測站至各河川局或水資源局間的前端傳輸體系規劃使用無線區域網路設備取代以往的數據傳輸，主要考量的因素是無線區域網路擁有不受線路中斷的優點，亦具有微波通訊的高寬頻功能，然其建置金額卻較微波通訊便宜且維護過程簡單。無線區域網路

適合於某一區域內使用，適合作為現場與河川局或水資源局的連接。目前無線區域網路常用來使用遠端監控及資料傳輸，對本計畫而言，無線區域網路除了能夠傳送水文資料外，更能利用監控設備即時監看現場狀況。現地的水情資料及所監控區域的影音皆可利用無線區域網路傳輸至各河川局或水資源局。此外，無線區域網路無需如微波通訊基地台需要龐大的建地，不論是現場端或者是中繼站僅需可容納小容積的橋接器即可，若為了增強訊號，亦可再外接接收器。因此不論於常態或者緊急傳輸，無線區域網路皆相當適用前端的傳輸。針對前端之傳輸方式，本計畫是以各河川局或水資源局為中心，再由水文站傳輸資料至河川局或水資源局，針對未來中央執行層將改為北、中、南、東四大區域，由於無線區域網路有距離之限制，因此本研究建議仍以各河川局或水資源局為資料收集中心再彙整至後端。河川局或水資源局至水利署的後端傳輸體系則因常態及緊急時期而有不同的規劃。在常態時期，本計畫建議使用專線來聯繫後端的傳輸，而在緊急時期則改用衛星傳輸，這是因為考量到緊急情況下有線傳輸易受災害影響而造成斷線的情況。衛星傳輸目前較常為企業使用於國際間的資料或者影音傳輸使用，平時主要僅用來測試傳輸系統是否正常，但緊急時刻時(例如有線及無線通訊中斷時)則擔付起所有傳輸的重任，此傳輸方式可謂傳輸體系中的最後一道防線。針對本計畫所建議之方案，在前端傳輸方面，本研究以單一河川局架設二十個水文站為例，前端之傳輸設備可採用一次購置或租用之方式，若以購置整體傳輸設備約須花費300.500萬之傳輸設備費用，日後每年之維護費用約30.45萬，若以租用方式則每月約需花費25.40萬租用費，而維護費則包含在設備租用費裡。至於後端之衛星傳輸的使用，則可向中華電信或民間業者租用，本計畫建議衛星租用時段應以夏季及秋季為主，冬季及春季可減少租

用時段。衛星傳輸架構有兩種方式，主要的不同點在於主站的架設地點，其可分別架設於衛星通訊業者廠房或者於水利署大樓。主站架設於業者廠房，業者於接收到資訊後藉由專線傳輸至水利署，此種方式可節省主站的建設與維修費用，也無須專業人員駐守於機房，然而此種方式極可能造成整個傳輸體系中斷於專線傳輸這一部份，本計畫認為此方案於緊急救災時刻較不適用。另一種為主站架設於水利署大樓，如此水利署需設置機房，所需建置費用較高但傳輸穩定性為最好，此外尚需要有一組專業人員至國外參與教育訓練。此方式需花費較長之時間於人力訓練養成。另外，由於目前國家正在規劃整體之防災傳輸系統，因此針對後端之傳輸，本研究建議未來可納入國家整體防災傳輸體系，一方面可避免浪費公帑，另一方面可與各相關單位作橫向之結合。使防災體系更完整。

針對颱風豪雨災害即時影像傳輸系統，本計畫建議使用之設備包含 PDA 個人數為助理、行動電話、數位相機、GPS 及電子羅盤。藉由現場人員利用此系統，可將現場影像配合 GPS 及行動通訊傳輸至決策中心，搭配 GIS 系統可相當清楚的表示出災害現場的地點、方位及災害影像，此傳輸方式可使用於無監測儀器的災害發生地點，並具有機動性。另外由於平板電腦剛完成開發，相關技術上尚成熟且有進步的空間，其費用仍屬昂貴，未來待其相關技術成熟後，將可取代 PDA 成為災害即時影像傳輸設備。本研究所規劃之傳輸方案與災害即時影像傳輸系統，主要針對目前科技進步程度以及未來五年內具有發展性的科技產品進行評估所獲得之結果。建議未來擇一河川流域作為傳輸體系與災害即時影像傳輸系統示範區，進行實際操作應用。

3.2 經濟部中央地質調查所

3.2.1 台灣山崩調查與危險度評估—91年國姓地區地震山崩調查-

九二一集集地震造成相當大的災害，山崩尤為嚴重，它使得中部橫貫公路因此而封閉，它使得地震之後發生的土石流災害更為嚴重，尤其90年7月的桃芝颱風造成的土石流更重創台灣中部地區。何種地質條件下容易受地震影響而引發山崩災害是本計畫所欲探討的問題，藉此可以找出其潛勢，並可將成果提供水土保持整治先後之參考。調查分析之圖幅範圍為五萬分之一的國姓與埔里，總調查面積達1,400平方公里。初步結果顯示，國姓圖幅內的山崩數為1961處，山崩總面積約為1126公頃，以頭嵙山層崩塌個數達924個佔最多，山崩面積亦為最多達702.5公頃，佔本圖幅內崩塌面積之62.4%，主要表現為頭嵙山層所呈現的九九峰地形區。埔里圖幅內山崩數量為875處，山崩總面積約為787公頃，以樟湖坑頁岩崩塌面積最多達242公頃，主要為九份二山之順向坡滑動；其次為白冷層崩塌個數達400個雖佔最多數量，但山崩面積大小次於樟湖坑頁岩。

整體而言埔里圖幅涵括九份二山之順向坡滑動，在不同岩層山崩的面積比例比較上其所屬的樟湖坑頁岩就會偏高。另外，埔里圖幅範圍內，雖然樟湖坑頁岩山崩面積偏高，但以山崩數量而言卻是白冷層較多，因為組成白冷層的石英砂岩堅硬易脆，且受河谷解壓影響大，節理發達，受地震搖動後易引發岩石崩落，山崩數量上自會較其他岩層為多。而國姓圖幅由於頭嵙山層分佈範圍較廣，其特殊的地形九九峰與特殊的岩層礫石層，受地震影響而有嚴重而大範圍的表層崩落現象，因此頭嵙山層山崩面積的百分比亦偏高。這些均為所屬圖幅範圍內特殊地形與地質因素的影響。

坡度方面以約 20 至 40 度左右之中間坡度的邊坡發生的山崩個數及山崩面積較多，此與 Keefer (2000) 分析之結果相同，但如將山崩百分比與該坡度分佈總面積分析比較，結果卻顯示出高角度的邊坡單位面積內有較多的山崩個數與面積分布，亦即坡度愈高的邊坡其單位面積內山崩的個數與面積均愈高，此即為我們在集集大地震後於階地崖邊或東側高聳山脈的稜線以下常見大範圍的山崩。坡向與地震山崩關係上，國姓與埔里範圍內均以南向（包括西南與東南向）坡面山崩個數與面積佔較多數，其原因有待進一步分析。而震度與地震山崩關係，由於分析區域震度皆在 5 與 6 之間，震度變化不大，尚難看出其間之關係。

3.2.2 地震地質與活動斷層九十一年調查報告—新城斷層、彰化斷層、車籠埔斷層、梅山斷層與新化斷層

地震地質和活動斷層調查結果顯示，除了彰化斷層仍然隱伏地下，新城斷層、車籠埔斷層、梅山斷層和新化斷層均已穿出地表。新城斷層由地形面的對比，推論新城斷層可能在晚更新世以後有多次的活動記錄。在頭前溪南岸所發現的新露頭顯示，斷層截切未紅土化的低位河階，顯示斷層可能在全新世活動過。彰化斷層僅見地形特徵，未見直接地質證據，鑽探調查結果並無法確認斷層的存在，現今頭嵙山層中的部分小型斷層應為褶皺軸部發育的破裂。綜合地形地質調查結果研判，彰化斷層的前緣尚未穿出地表，屬於盲斷層，而以斷層擴展褶皺的模式發展。未來應著重於跨斷層的 GPS 與精密水準測量，以進行滑移速率觀測。車籠埔斷層可以分成數個地質區段：豐原以東變形作用層間滑動為主，發生於卓蘭層內，最近一次活動時期在 2000 年前；潭子至大坑段斷層集中於錦水頁岩內；大坑至名間段斷層發生於錦水頁岩與卓蘭層底部，為過去較為活躍的區段，1800 年內有三次地

震事件；竹山以南的大尖山斷層則為另一斷層區段，斷層發生於桂竹林層頂部。豐原以東是最不活躍的斷層區段，大坑至竹山段則為最活躍的區段，最近活動時代在 300~700 年之間。整體而言車籠埔斷層帶可能涵蓋桂竹林層底部至卓蘭層底部，厚度可達 400 公尺以上。

梅山斷層雖找到 1906 年地震斷層的遺跡，但仍然無法確認斷層帶特性。陳厝寮沖積扇東側反較沖積扇為低，可能是梅山斷層右移所產生張裂下陷的結果，或小梅背斜及九芎坑斷層活動結果，而九芎坑斷層因截切低位河階改列為第一類活動斷層。未來本區應著重梅山斷層、觸口斷層與九芎坑斷層間的關係，而以地質鑽探與堅測系統為重點調查工作。新化斷層的斷層擾動帶可能很廣，而過去可能即活動過多次；新化畜產試驗所地面的兩組裂縫則可能暗示新化斷層近期的活動方式以潛移作用為主。因此新化斷層的角色可能並非僅是 1946 年的地震斷層，而是一條過去即曾經活動過，目前亦尚在活躍中的斷層。

3.2.3 都會區及周緣坡地整合性環境地質資料庫建置

本研究計畫為期五年(91~95)包含四項子計畫，分別為：(1)坡地岩體工程特性調查研究；(2)坡地環境地質災害調查研究；(3)能、資源礦坑及坑道調查；(4)坡地環境地質資料庫地理資訊系統之建立。本計畫是「台灣坡地防災環境地質資料庫」之一部分旨在建立地質環境基本資料，辨認全國現有坡地災害潛在危險地區，整合相關坡地防災環境地質資料建立台灣坡地防災地質資料庫與地理資訊管理系統，以供政府災害防救體系、國土規劃管理、民間及一般民眾在土地開發利用、災害風險評估及災害防治之使用。本計畫 91 年度完成十四幅區 1/25,000 比例尺台灣坡地岩體工程地質特性圖系，包括岩性組合分布圖、岩體強度分級圖與環境地質基本圖及環境地質災害敏感區分布

圖，提供一中比例尺之環境地基本圖說。

本計畫原擬進行現地岩石點荷重試驗，因現地攜帶不便，以地質錘敲落之岩塊大小不一，且多屬風化嚴重，其點荷重試驗資料難具代表性；又新鮮岩盤非常難以取得岩樣進行試驗，故以地質鑽探方式取得新鮮岩樣，再於試驗室內進行點荷重試驗。至於每一調查之露頭點，現場佐以地質錘敲擊強度分級試驗，紀錄強度分級等級，供進一步岩石強度評估參考。

本計畫中岩體強度分級方法係基於岩體結構型態與岩石單壓強度資料兩種基本資料，以修改 Franklin 的方法決定岩體強度。岩體結構型態資料係來自地質露頭調查紀錄，經過綜合研判後所得。岩石單壓強度資料來源包含本工作中地質鑽孔岩心試驗資料、點荷重試驗結果推估、現地地質錘敲擊試驗與以往重大公共工程相關資料蒐集。因岩體結構型態與岩石單壓強度資料來源有限，數量較少且不確定性高，在決定地質分段之岩石單壓強度時，必須使用類比法及組合法推論岩石單壓強度。

本計畫完成之圖幅內容，主要係依據現有資料加以整合與分析而得。由於部份分析與評估因子乃為動態因子，如崩塌、土石流、落石等潛在地質災害，地形坡度分級等，這些因子將來可能隨時間改變，其分布也會著改變；另外，地質構造的分布及其特性，也會隨地質資料的增加而發生變更，如斷層、褶皺以及活動斷層之分布等。這些因子若發生改變時，本工作完成之圖幅內容也應隨之補充與修正。因此，後續之維護與修正的工作是非常重要的。建議應依實際定期進行維護與修正工作，使得圖幅之內容能反應現況。

3.3 交通部中央氣象局

3.3.1 台灣地區都卜勒雷達資料應用系統發展計畫

本研究計畫為配合中央氣象局剛建制完成之全省都卜勒雷達網，利用雷達所量測之降雨回波和都卜勒徑向風場資料，建立都卜勒雷達即時監測和預報劇烈天氣之相關作業系統，以提升我國災害性天氣預報能力。本研究計畫進行內容總共分為三部分。第一部分為利用窗區機率配對法(WPMM)建立雷達回波強度估計高時空解析度降雨強度的系統。在建立此方法過程，雷達回波值的選取方式必須經過仔細評估。窗區機率配對法和傳統建立雷達回波和雨量之幂律關係主要差異在凸顯雷達回波(Z)和雨量(R)間兩者關係並無法以單一的幂律予以適切的表示。因此利用雷達回波和地面自動雨量站降水資料，透過空間窗區和時間窗區的選取，建立窗區內回波強度和降水強度的發生頻率曲線；由兩者發生頻率的配對，建立一組回波強度與降雨強度之間的對應表，作為回波估計降雨強度的基準稱之為窗區機率配對法。然而選取適切的雷達回波資料和地面雨量站資料進行配對，必須對回波之垂直結構有深刻的認識，尤其在台灣多山的地區。雷達回波垂直剖面之特性不僅與季節性不同天氣系統有關也和雷達所在位置地形地物有關，因此必須針對個別雷達站建立相對應之雷達回波氣候資料庫，作為研究和作業的重要參考。

第二部分為利用都卜勒徑向風場進行侵台颱風中心定位與近中心環流結構分析軟體系統的建立。由於侵台颱風受台灣地形影響，常產生顯著結構變化，造成中心定位上的困難，因此利用多種方法進行颱風中心定位相互比對校驗是有其必要性的。本計畫所建制的颱風中心定位方法總共有四種，包括：弱回波幾何中心定位法(ECHO)、速度幾

何對稱定位法(WB92)、速度距離方位展示定位法(VDAD)、以及疊代搜尋速度極大定位法(GBVTD-simplex)。第一種方法是利用颱風中心為主要弱回波區，進行弱回波區幾何中心定位，此方法較為直接且簡易，定位結果良好，氣象局已經納入颱風作業流程。至於其他三種中心定位方法，都是利用颱風氣旋式環流風場在都卜勒雷達觀測下將具偶極(dipole)徑向風場特徵發展出的方法。當使用這些方法進行中心定位時，必須先決定徑向風場最大向內和向外風速極值區才能準確定位。本報告利用 2000 年 7 月啟德颱風說明中心定位所可能遭遇之困難和改進方法。

第三部分為建立颱風中心定位自動化系統控制與顯示介面。本計劃已初步完成以弱回波幾何中心定位法之控制與顯示介面，此介面除了提供完全自動化運算的選擇外，亦有半自動方式供操作者使用，操作人員只需透過簡單的滑鼠操作，即可重新計算最新的中心定位結果。未來將與氣象局發展之雷達資訊顯示系統進行整合，強化顯示功能，提供使用者便捷的即時颱風中心資訊。 關鍵詞：都卜勒雷達，回波估計雨量，窗區機率配對法，雷達回波氣候資料庫，颱風中心定位，偶極徑向風場，颱風近中心環流。

3.3.2 建立颱風資料庫

本計畫之目的在建立一完整的颱風資料庫，資料庫內之資料包含歷史颱風（侵台、非侵台）路徑、強度、降雨量、風力等傳統資料，另外也將包括綜觀天氣分析圖、衛星雲圖、雷達圖、雨量等值線圖、各測站氣象要素資料、颱風警報單、災情表等資料。使用者可以透過電腦網路查詢與取得颱風資料檔，如此不僅可以滿足學術研究方面所需，也可以提供颱風預報時的重要參考，使颱風預報能獲實質的改進。

因此，颱風資料庫的完成將具有提供學術研究與預報參考的雙重功能。

本計畫從 87 年 7 月至 90 年度已完成第一階段的工作，所獲致的成果包括下列四項：(1)完成主電腦的硬體採購與設置；(2)規劃颱風資料庫涵蓋資料項目，進行相關單位之諮詢交流；(3)完成部份侵台颱風資料的收集與整理；(4)完成資料庫原型的設計，提供初步的侵台颱風資料上網查詢；(5)線上部分即時資料收集。

該資料庫自 89 年正式上線提供資料查詢以來至今已有 6 萬多人次，其中不乏政府機關、學界及民間機構來局洽談資料之相關事宜，顯見本資料庫以獲得初步的成果。然而 91 年度因人事變動使得本資料庫的發展緩慢，大致上完成了：(1)加入以路徑分類查詢功能；(2)加入全島雨量動態顯示；(3)完成今年侵台颱風資料的收集與上網。未來，從 92 年起至 94 年底，本資料庫將以委外的方式進行：

1. 颱風資料庫重整、基本資料接受自動作業機制、基本網頁查詢介面(92 年)。
2. 進階資料接受自動作業機制、進階網頁查詢介面、網頁查詢結果顯示介面、增加網頁使用者問答功能、增加人工作業介面(93 年)。
3. 颱風資料庫資料各類別資料說明、增加本局 WINS 系統資料之接收蒐集及網頁顯示、增加本局海象資料之接收蒐集及網頁顯示、網頁美工加強、維護者管理介面、相關網站之連結(94 年)。

3.3.3 全國強震測站場址工程地質資料庫之建立

交通部中央氣象局為了解地震發生時之地動特性，在台灣各人口集中的都會區、斷層附近及各種不同地質環境之自由場設置「強震

儀」，以蒐集完整強震記錄，並做為制定防震設計規範之依據，始有效減低災害。然而使用強震儀記錄資料之目的而言，若能更進一步考慮各測站之地質及地層特性，則資料之可利用性大為提高。因此自民國八十九年起，國家地震工程研究中心與中央氣象局合作執行「全國強震儀地質資料庫之建立」計畫，對自由場強震測站之場址地質狀況進行調查。主要工作內容包括測站位置地表現況描述、工程地質鑽探試驗以及利用懸盪式井測資料擷取系統(Suspension PS Logger)量測地層波速結構。調查範圍涵蓋台灣之北部、西半部平原及麓山帶區，最南到屏東恆春半島，共完成 47 個測站之地質鑽探調查與懸盪式之波速測量以及 3 個測站之微地動量測。

所有強震測站場址工程地質調查成果經整理後，將進一步彙整於國家地震工程研究中心的網站上(<http://www.ncree.gov.tw>)，以提供相關研究參考使用。

3.3.4 應用小波神經網路於橋樑實測地震反應之損壞偵測

本計畫為國家地震工程研究中心所提“橋梁強震觀測資料之收集整理、分析”總計畫之子計畫一。計畫中擬配合中央氣象局在全省各地橋梁裝設地震反應監測系統所量測資料，透過小波神經網路來偵測橋梁是否在歷年地震中損壞，並做為將來長期監測或健康診斷之基本資料。本研究中建構了利用小波神經網路進行結構系統損壞偵測之架構。利用結構物於小地震之反應訓練小波神經網路，將未損壞結構系統參數儲存於小波網路中；然後將結構於不同地震下之實測地震反應饋入網路來算出結構之地震反應，藉由比較實測與網路求得的地震反應之差異來判別結構是否損壞。此方法首先印證於一五層樓鋼構於國家地震工程研究中心振動台試驗數據，而後應用於處理台北市東西向

快速道路高架橋 P155~P158 之地震反應資料。

3.4 交通部科技顧問室

3.4.1 大規模災變之公路系統防救災規劃與修復策略研究(二)

公路系統為交通運輸與民生活動的重要管道，若因災害發生造成破壞，勢將對災後的聯絡、急難救助與物資運輸造成重大衝擊，影響救災工作。

本研究計畫共分二年，第一期以國內外公路系統災害防救體系、現況、需求等資料蒐集為主，並提出適合國內公路系統災害防救之建議，及規劃搶救災資源資料庫；第二年則延續第一年之資料蒐集、分析、整合，探討國內之公路系統防救災體系，提出公路緊急搶通與修復策略及工法，並結合 HAZ-Taiwan 地震災害損失評估系統、公路路網分析、淹水潛勢分析、土石流潛勢分析等模式，分析易致災公路路段及規劃替代道路，以利災變時搶救災人員、機具之進駐及緊急物資之輸送，最後再回饋修正公路系統防救災體系，提出現行公路系統防救災體系之問題與對策，進而研提出一套完整的公路系統災害防救因應策略，以降低未來大規模災變對國家、社會、經濟造成之損失與衝擊。相關建議如下：

1. 以國內現況而言，各級公路管理單位之通報體系多著重於縱向通報，建議加強橫向通報、聯絡之機制。
2. 國內各機構建置之災害決策支援系統相關資料庫，應配合政府之 e-Taiwan 旗艦計畫，建立標準化、規格化之交換平台，以避免資料重複建置。

3. 為利經驗之傳承，建議相關單位將各災害之重建復舊經驗作系統之匯整，以供日後公路搶修及復建之參考。
4. 各級公路管理單位可參考本報告之災變電腦模擬案例及其進行步驟，施做轄區內之災變電腦模擬，以瞭解轄區內各災害之潛勢、分析易致災路段、分配搶救災資源、協調支援單位，並配合緊急物資輸送系統、通報系統等資料規劃替代道路或緊急道路。
5. 建議相關單位針對災害保險之強制性、救濟性、一般性及區域性作深入之研究，以風險分散之觀念運用於公路系統防救災策略中。
6. 需進行更新之橋梁，其未受損之結構元件可提供學術或研究單位進行大型結構試驗，以回饋驗證並修正現行設計理論及規範，並可減少營建廢棄物。
7. 對於公路系統易致災路段，應於平時即進行拍照及錄影存檔，以提供原始資料做為比對。
8. 於公路災變後，在第一時間即以直昇機或無人駕駛之小飛機進行災區之全區空拍，以利工程及救難人員掌握災情。
9. 公路緊急搶通與修復優先順序之評估確有其必要性，本研究雖已擬出初步評估方法及表格，建議相關單位另提撥經費委託學術機構，並配合公路管理單位進行深入研究，使評估方法臻於完善。

3.4.2 道路邊坡高效能監測系統研發與崩塌預警基準制訂

台灣多丘陵與山地，鐵公路系統大多位於山區。然而，台灣山區平均年降雨量高，每每大雨過後有很多路段都出現嚴重坍方或路基流失而造成阻斷，因此，山區道路邊坡的不穩定，直接影響道路使用者

之安全。關於邊坡之整治，過去幾年之研究已提供許多重要之政策研擬參考方向，目前仍有許多重要之研究案正進行中或準備進行。然而，許多重要路段，或一再發生邊坡崩塌災害、或已有災害發生之潛能或徵兆、或因其重要性而有必要長期監控邊坡安全，均已設置或有必要設置邊坡安全監測系統，透過實測加以分析、研判並提供作為道路管理者之重要參考。本二年期研究計畫之主要目的包括：(1)提升坡地監測系統之效能；(2)使監測成果能充分反應監測坡地之實際狀況；(3)監測系統之經濟化以及(4)配合監測或監視系統訂定適當之預警管理基準。

第一年之研究執行期間為 91 年 4 月至 12 月，其工作項目包括：(1)文獻蒐集與整理；(2)傳統感測系統監測能量評估與彙整；(3)實驗室光纖監測與 TDR 監測技術與監測系統之研發與量測研究；(4)初步現地安裝與量測試驗研究以及(5)崩塌預警基準制訂。本計畫已研發成功光纖光柵彎曲變形監測管可以做地層移動監測之用。一系列使用 TDR 技術之監測系統包括地層錯動，水位監測，線性伸張以及雨量計等監測儀器也已研發完成。預警基準制訂包括道路邊坡崩塌分類、預警基準案例、預警基準訂定方法等工作項目都已完成。

3.4.3 臺灣地區道路邊坡崩塌發生機制及防治效益評估方法研究與應用(一)

臺灣地區道路邊坡崩塌發生機制及防治效益評估方法研究與應用，對於我國交通土木工程建設安全科技之提升與強化具前導作用，面對意涵如此重要之研究課題，為期能有效達成計畫目標，以期有益於我國於二十一世紀初期於交通土木工程建設科技研發推動工作，本計畫之執行內容與步驟等均應深入思考、整體規劃。本研究結合國內

交通土木工程建設科技方面的產、官、學各方面專家與學者共同投入執行，除相關文獻蒐集與基礎研究工作外，並藉由工程單位之參與及實際案例之提供，促使整體研發成果朝向落實應用之目標邁進。為使計畫執行完整，規劃於兩年執行期間完成包括：崩塌模式分類、崩塌因子分析、國內外防治工法彙整、防治工法防制機制分析、實際案例蒐集分析、崩塌機制資料庫建置、防治工法防治效益評估分析、效益評估方法研擬、最適工法選擇標準作業程序（SOP）等九大項工作。

總結研究工作，主要結論與建議如下：

1. 本研究已蒐集彙整國、內外主要道路邊坡崩塌型態分類與相關機制之研究，並依國內道路邊坡崩塌模式予以分類。分類模式中將構成之基本材料分為岩石及土壤邊坡兩大類，再依據此兩類材料細分崩塌破壞模式，共分為墜落、傾倒、滑動、側移、流動及複合式六大類。
2. 本研究詳細探討影響道路邊坡穩定之自然、人為及自然與人為綜合因子等三大類因子。自然因子主要探討氣象、水文、大地應力、地震、潛在地質敏感區及地形等；人為因子包括回填情況、坡腳開挖、坡頂荷重、排水施工不當及規劃設計不當等因子；自然與人為綜合因子則包括路線規劃限制、經濟效益考量及自然環境變化等因子。
3. 本研究依道路邊坡處理方式將防治工法分為邊坡崩塌之抑制、邊坡崩塌之抑止以及邊坡地盤之強化等三大類別，分類彙整及探討相關工法。防治工法分別依據外穩定、內穩定、植生、排水及避險機制細分，相關外穩定整治工法有護坡、擋土牆及回填土工法；內穩定工法有加勁、地錨、樁及灌漿工法等；植生工法包括打樁編柵、草帶植生、噴植草籽及袋苗穴植生等；排水工法則分為地表、地下及

其他排水工三大類；避險工法則有攔石設施、明隧道、橋工及改道等。

4. 邊坡穩定工法機制方面，探討減少邊坡荷載、增加坡趾覆重、增設邊坡擋土工、及設置坡面保護工等四類方式之運用。
5. 現地調查表製作方面，本研究已規劃調查作業模式與調查表，並針對國道及省道山區道路典型示範案例路線，優先進行勘察與相關資料蒐集作業。
6. 彙整九二一集集大地震中部山區道路相關邊坡崩塌資料，蒐集公路總局於中橫路段之現有道路崩塌災害狀況及防治工法案例，並針對台二十一線進行現況勘查。
7. 針對省道台九線（景美工務段、頭城工務段及南澳工務段等）山區道路進行現地勘察，及並針對近年省道山區道路崩塌災害狀況與防治工法案例與經費等資料進行蒐集彙整。
8. 本研究針對邊坡管理系統建置道路崩塌災害暨防治資料庫及崩塌機制資料庫相關資料庫，除可提供進行分析、查詢、即時更新及產生評估結果外，尚可提供各級災害管理決策人員或地方政府作為其他加值利用。
9. 地理資訊系統為一可以將空間資料數位化之軟體工具，本研究則針對蒐集之相關案例資料，取得相關之新世紀臺灣地區交通路網數值地圖、數值地質圖、數值地形模型等圖層，運用地理資訊系統（ArcGIS 軟體）進行資料之空間化展示，及相關研究成果分析與展示等運用。

10. 透過案例資料和多變量鑑別分析法來進行，已規劃邊坡崩塌防治工法選擇之鑑別分析機制與模式。
11. 建議廣泛蒐集邊坡崩塌模式及因子等相關資料，配合彙整國內本土化之案例現勘結果進行分析探討，並將分析結果彙整至模式資料庫中，以利基層單位及決策者使用。
12. 建議彙整國內、外相關邊坡崩塌防治工法及其機制，除針對減少邊坡荷載、增加坡趾覆重、增設邊坡支撐工及設置坡面保護工等四類方式之運用進行詳細分析外，並建議探討評估崩塌發生機制理論模式之適用性。
13. 案例分析方面，建議持續進行驗證道路邊坡崩塌實例模式、建立發生機制理論模式分析應用之操作程序、彙整台十八線、中山高及北二高等相關道路邊坡崩塌資料，及蒐集國內現有道路崩塌災害狀況及防治工法案例，除此之外，建議應持續將相關案例之資料圖層擴建至現有之崩塌機制資料庫中。
14. 防治工法防治效益評估分析方面，建議有效利用以開發之資料庫進行邊坡崩塌與現有防治工法效能關係之分析，建立防治工法效益評估方法、功能性與經濟性效益評量模式，並對於工法之適用範圍進行探討，供作效益評估分析運用。目前本研究已完成九一年第一期計畫工作，本計畫如依所規劃完整執行兩年，預期研究成果將可提供本土化之道路邊坡發生機制，及定量化評估現有道路邊坡之崩塌狀況，妥適運用效益評估除可對於防治工程設計與施工之品質進行檢核，達到防弊目的；並能有效協助工程師設計適切之防治工法，更進一步達成經濟效益考量之防治對策，以期有效維持高品質之邊坡崩塌防治工法設計，達到節省公帑、妥善運用政府資源之目的。

3.5 交通部運輸研究所

3.5.1 港灣地區大地監測調查與液化防治之研究

台灣恰處於太平洋地震帶西環，地震相當頻繁，而且港灣地區地質多屬疏鬆軟弱之沖積土層及海埔新生地，地震來襲時，震波從震源深處向上經過軟弱的覆土層，振幅通常有放大作用。另在強烈地震作用下，此沖積土層與海埔新生地，可能發生液化現象，造成港灣設施、房屋建築等發生毀損破壞。因此徹底瞭解各港區之局部震波放大效應及液化潛能，以做為各港區後續工程設計時之參考是必要的。本計畫91年度分五個子計畫分別執行，包括：(1)台中港區地震及動態孔隙水壓監測之研究；(2)本土化液化分析模式與港區液化危害度之研究；(3)台中港區地層構造調查研究；(4)液化防治與地盤改良研究；(5)港灣地區地層下陷監測研究。

總結研究工作，主要結論與建議如下：

1. 由台中港地震監測資料之迴歸分析結果顯示：台中港地表最大加速度約為井下 283m 最大加速度之 3 倍；其中自 283m 至 20m，其厚度達 263m 之地層，地震波約放大 1.7 倍；但自 20m 至地表，其厚度僅 20m 之地層，地震波放大亦達 1.7 倍；由此可知台中港之地震震波放大，主要來自淺層地層，但深層地層之震波放大效應仍不能忽略。
2. 本文對於以現地貫入試驗評估液化潛能之研究，提供了進一步之分析方法，本文發展之判別模式，不但有傳統上評估土壤是否可能液化之功能，更進一步指出該判別式可能導致誤差判斷之機率，並以貝氏定理，建立抗液化安全係數與液化機率的關係式，提供工程設計更多之資訊。

3. 由 921 地震台中港液化危害度分析結果之比較顯示：本文本土化液化機率法之分析結果，與 921 地震台中港液化災害現象相當吻合。
4. 由台中港場址效應分析可發現，隨著頻率之增加，放大倍率亦有增加之趨勢。特性週期 4~1.5 秒時，港區內各測點之放大倍率大部分在 2.5 以下，且變化不大但在高頻時，測區內有些區域放大倍率超過 3，在特性週期為 0.2 秒時，放大倍率更可能達到 4，而且各測站間有明顯之差異，此乃淺層之速度構造差異性較大所致。
5. 921 地震台中港區之破壞與場址效應之比較。921 地震中台中港之破壞包括較低自然週期之液體儲存槽，其破壞因素可能來自於 3~4Hz 之主頻放大；較高自然週期之輸送設備，其破壞因素則可能來自於 1Hz 與 0.5Hz 之主頻放大；至於高地下水位面與低速之淺層構造，則可能導致土壤液化。
6. 港灣地區之地質改良，於大區域新生地可採用動力壓密法，於港灣碼頭後線區域宜採用振動較小之壓實砂樁法或固化法。而其改良範圍約為碼頭後線 1.6 倍碼頭深度。
7. 由港灣地區地層下陷監測結果顯示：大鵬灣目前每年沉陷約 1.2 公分，屬超抽淺層地下水引起之淺層沉陷；安平港目前每年沉陷約 0.8 公分，大半為填土所引起之淺層沉陷；布袋港目前每年沉陷約 5 公分，屬超抽深層地下水引起之深層沉陷；台中港主要為 921 地震所產生之沉陷，其餘因素之沉陷極小。

3.6 國科會永續會

3.6.1 雷達雨量估計與雨量即時預報技術

本整合型計畫，最重要的目的是為即將完成之全省雷達網，發展

雷達雨量估計及雷達雨量之即時預報方法，並將研發之成果轉移植入氣象局的雨量估計系統，本計畫內容包括三個方向，第一個方向為由回波的資料如何可正確的得到估計之雨量，由於 Z-R 關係之多變性，第一個子計畫，即由雨滴譜分佈求取並各種雨型之 Z-R 公式，此部分之方法學一旦建立即可和氣象局合作，針對全省雷達網中，每一個雷達之地理環境不同，逐步進行。

第二個方向為都卜勒風場的利用，由於即時預報所能用的潛勢預報方法中，可由反求風場計算之輻散、溫度、壓力分佈等，配合子計畫一所產生之雷達雨量估計的極短時間(0-1)小時，做定量降水預報，子計畫二、三即是利用單都卜勒雷達，或雙雷達風場反求，進而求取如輻合帶分佈、中尺度渦旋、中尺度低壓等重要資訊，而做出降雨量之潛勢預報，而對於外插之雨量預報做修正，雨量即時預報為國際上正大力進行之應用研究，而在台灣，密集的雨量站及中尺度天氣測站，提供了此方法一個良好的驗證機會。

本計畫第三個方向，子計畫四則採用類神經網路之系統將多種觀測包括衛星、雷達資料的多種特徵，做降雨量之訓練，此部分將和氣象局密切合作。本整合型計畫均定期交換結果，並與氣象防洪中其它相關研究人員保持聯繫。以下即為各計劃合作的主要內容：

1. 子計劃二以單雷達反求渦度及輻散場的結果與子計劃三的雙都卜勒風場所計算的結果，以納莉颱風登陸時的資料互相驗證，無論是符號與數值的大小或垂直分佈的狀況都很符合，在未來將可以針對不同的颱風求取各階段之窩度及之輻合量大小，對照雷達範圍內之雨量統計是否有良好相關，以發展極短期 0-3 小時之降水預報。
2. 雙雷達風場分析與雨滴譜儀之互相驗證子計劃三發展之 RASTA 程

式，所做之.都卜勒風場分析可以看出納莉颱風雨帶附近的水平輻合區域，從子計劃一雨滴卜儀所觀測到納莉颱風強降水之時段，雨滴譜儀之特性顯示在雨帶靠近時，雨滴數會由增加。對照.都卜勒風場，此情況應由颱風雨帶附之層狀區所產生之子雨滴，透過風場之水平輻合產生，未來進一步以此風場來計算雨滴之平流項，以雨滴譜儀之結果互相比較，將會對颱風中豪雨有更進一步的了解，進而分辨在何種風場及回波配置之狀況下採取適合之 Z-R 公式。

3. 子計劃二及三所產生風場之輻合場及溫度場，可提供給子計劃四類神經網路做為降水預報學習的參數，此項工作將在 92 年度進行。
4. 總計劃與各子計劃與氣象局雷達降水估計研究交流互動。

從本計劃開始進行以來各計劃主持人與研究人員不定時訪問中央氣象局雷達組及雷達站討論並提供研究成果，從雷達原始資料處理及驗證，到 Z-R 關係的建立與驗證並配合都卜勒風場的資訊，此整合型計劃均有細密的構想，並透過各主持人與氣象局密切的合作比較可能具體技術轉移有下列數項：(1)雷達網 Z-R 關係建立—雨滴譜儀倒出關係式已提供氣象局測試高解析度雷達定量降水估計；(2)單都卜勒低層風場結構：將在墾丁雷達站及中央大學雷達站測試；(3)雙都卜勒即時診斷分析應用 RASTA 程式已在氣象局即時測試；(4)高解析度雷達定量降水即時預報。

3.6.2 全方位集水區保育治理及防洪、減災及避災對策之研究

台灣北部近年來因颱風外圍環流與東北季風匯集雙重影響引發豪雨，造成基隆河流域汐止、內湖與南港等地區日益嚴重的洪水災害。近年來基隆河流域較嚴重的水患計有：民國 76 年 10 月 23～25 日琳恩颱風、民國 87 年 10 月 14～16 日瑞伯颱風、民國 87 年 10 月 24～26 日

芭比絲颱風及民國 89 年 10 月 31 ~ 11 月 1 日象神颱風所帶來的豪雨造成基隆河流域汐止地區嚴重的洪水災害。

本子計畫致力於發展減低對基隆河不利的水文衝擊（包括洪水在內）之集水區保育治理計畫。基於全方位(all things considered)的思維、整體考量的態度，以「水、土、林一家」、「上、中、下游一體」、「集水區、溪流並重」的理念，研擬此不僅包括基隆河的主流及其支流集水區的整合保育治理計畫。將對基隆河及其支流不利的自然與水文環境作適當的評估。適當的集水區土地利用的計畫與管理規則將構成整個計畫的完整部份。社區參與為發展此一整合的集水區保育治理計畫的關鍵。因此，在計畫發展之中，需要調查當地居民的意見並加以分析，特別是為關懷社區的民間團體參與的途徑及辦法，以確保本計畫的成功。

本計畫第一年之工作主要在收集近年來洪水災害如琳恩、瑞伯、芭比絲、象神及納利等颱風對基隆河沿岸地區(汐止、基隆、內湖及南港等)的影響因子資料，及探討上游土地利用對基隆河中下游水患的影響。並且經由實地勘查，以瞭解沿岸地區的土地利用及河道現況等情形。由本計畫的成果可看出，基隆河近年來的洪水災害主要分布在汐止市及基隆市二個地區。而且隨著都市不斷的開發，災害的程度及規模有越來越大的趨勢，值得相關單位重視。另外，由勘查訪談中發現，民眾對於目前基隆河治理計畫的內容，大多不甚瞭解，顯示相關單位在與民眾的宣導及溝通上，需要再加強，才能使相關政策的推行更為順利。本計畫第一年之成果，除作為第二年研擬防洪、減災及避災對策之依據外，亦希望對相關單位在防洪救災方面能有所幫助。

3.6.3 土石流監測與預報系統之研究(一)

土石流目前已是台灣山坡地災害重要成因之一，但土石流的防制與預警卻一直都是很困難而且科技上目前無法完全成功的部份，因此世界各地土石流災害多的國家如日本、美國、大陸、義大利等，都在做監測與預報方面之研究。

本研究擬結合目前有在進行研究的監測儀器，整合成一個監測系統，系統之目的為讓遠方能獲得並分析監測站的資料以便做各種利用。在整合的過程中，本群亦將針對各項儀器本身發展出一個子系統，更要將該儀器在配合不同理論應用下的適用性(如適用之時間與空間尺度)與相對精度定出。在最後一年更將為發展完之各儀器加上使用者介面。發展儀器子系統的過程中品管控制概念(類似 ISO)會引入，以建立將來發展土石流現地應用儀器之指標。

子系統整合成一個大系統之後，集中於系統中的許多資料可用來做為監測中心，配合不同理論與經濟評估定出預警條件後，可成為土石流預警中心。配合教育軟體之後便成為教育訓練與技術移轉中心。發展出來之系統採上網開放式，會公開給任何需要的學者、機關與大眾。經一年的測試，通訊與整合之工作大致良好。子計畫的各項設備研究因儀器製造稍有延誤，但電磁波探測器已有真正成品來使用，地聲探測器也初步分析完雨聲和地聲間關係，證實兩者間並不會互相干擾。

3.6.4 地震災害潛勢資料之分析及建立—利用強地動紀錄逆推中部地區精密三維衰減構造

本研究利用中央氣象局地震觀測網(Central Weather Bureau

Seismographic Network, 簡稱 CWBSN) 的臨時地震觀測網所搜集到之地震資料，以求取台灣中部的地下三維衰減構造。本研究以地震 P 波及 S 波波形紀錄當作基本觀測資料，將研究區依深度分成六層，每層再分成數十個區塊，而每個區塊內的 Q 值是我們要計算逆推之值。總共挑選了 202 個地震（包含 2990 個數位式地震記錄圖），其規模範圍在 3.0 與 5.0 之間。Q 值係利用衰減時間 (t) 及震波走時，以阻尼最小平方逆推方法 (damped least-square inversion) 而求得。衰減時間之計算則是在假設 t^* 與頻率無關的前題下，利用波譜衰減 (spectral decay) 技術而完成。震波走時則是以三維速度構造模式，利用波線追跡法來求得。最後得出地下衰減因子(Q)之分佈，以作為研究台灣地區複雜的板塊碰撞運動的重要參考。

本計劃的成果，不僅對台灣地球科學之研究有極大的意義，而且對實際工程規劃與設計均有其實質的功用。例如，合理的三維地下構造，將可提高地震定位之品質，有助於正確的描繪地下斷層的位置及型態，同時亦可增加瞭解地震震源的特性及大地主要應力之分佈。這些結果均可提供工程界更正確的參數，有益於提高工程設計之安全品質且避免資源的浪費。

3.6.5 地震受害與未受害高層建築物之調查與改善對策

集集大地震造成中部地區土木工程設施如建築物、橋樑及維生線等結構體重大的損壞，其中以建築物損壞、倒塌是造成居民死傷的最大原因，對社會經濟的衝擊也最大。國內建築物耐震設計規範自民國 63 年頒佈施行，迄今曾經過民國 71、78 及 86 年三度修正結構耐震設計條文，相較美、日地震工程研究先進國家，國內規範具有相同之要求標準，但經過震害調查顯示仍有上千棟屋齡在 10 年內的新建建築受

損，其中更有近百棟 7 層以上高層集合住宅大樓嚴重損壞或倒塌，探就這些高層建築物損壞及倒塌原因與相鄰未受損相似建築物比較分析並謀改善對策，十分重要且刻不容緩。本計畫即蒐集建造於同一基礎但上部結構各自獨立之高層集合住宅中僅部分獨棟建築發生倒塌之案例，針對各獨立結構進行結構系統型式與損壞狀況進行比較，以探討結構損壞原因與建立國內集合住宅大樓正確結構耐震分析模式之基礎。

本計畫研究成果，得到以下結論：(1)牆體必須納入結構分析，避免低估底層結構構件受力；(2)抗震構件平面配置靜定結構，建議進行漸進倒塌分析，驗核整體結構系統贅餘度，防止單一構件損壞造成瞬間倒塌；(3)國內一般具底層開放空間之高層集合住宅大樓，上部樓層反應宛如剛體運動，產生搖擺反應，底層角柱軸力、剪力倍增。因此，建議國內建築主管機關應即刻檢討獎勵集合住宅大樓底層開放空間措施之利弊，提出結構安全防護與管理之道。

3.6.6 雙親死亡孤兒之心理歷程研究

整理地震後將近三年的資料，本研究提出以下的觀察重點對孤兒可能產生的影響：「監護權或主要照顧者的確認」、「年齡與依戀」、「親人死亡之後的悲傷處理」、「監護家庭的影響因素」、「截肢的影響」和「罪惡感的影響」。同時提出三項未來研究上應該補足或注意的重點：「宗教的影響」、「青春期的到來」以及「監護人或主要照顧者的觀點」。

目前有三個主要的現象值，值得繼續深入的關切：

1. 宗教的影響：對於年紀比較大的孤兒，且在地震後曾被安排至比較具有西方宗教色彩的兩位孤兒（B 家國三和 D 家姊姊），對於

學校有關宗教方面的安排反應兩極化，前者極端排斥，且再回到災區後，傾向更能接受傳統民間信仰，並可以從中得到某些幫助。反之，後者在接觸到校方安排的西方宗教之後，目前已經受洗，且自認為得到相當大的幫助，但是卻產生與監護家庭宗教不一致的衝突；究竟會如何演變尚待觀察。

2. 青春期的到來：地震當時有許多小學高年級的孤兒，目前都已經不入青春期，因此，許多訪談的資料，除了採取災難之後的架構分析之外，似乎也不能排除掉青春期本身對於孤兒身心變化的必然影響。如何區隔二者的影響因素，或者如何找出二者的交互作用尚待觀察。
3. 監護人或主要照顧者的觀點：有些孤兒在地震發生時年齡太小，受到發展上的限制無法針對地震相關事項提出比較清楚的說明，因此，這些孤兒的心理歷程比較無法得知。所以本研究決定以這些孤兒的監護人或主要照顧者為訪談對象，期能了解監護人和主要照顧者在扮演此角色的心理歷程。

3.7 農業委員會水土保持局

3.7.1 土石流發生降雨警戒值模式之研究

本研究收集了國內外各種土石流發生降雨警戒值模式，檢討各模式之適用性，依據選用降雨參數(包括降雨強度 I、降雨延時 T、累積雨量 R 及前期降雨量 P)的差異，將土石流發生降雨警戒值模式分成五種類型：I-R 類型、I-T 類型、R-T 類型、I-P 類型及其他類型。本研究發現，前人在處理降雨資料時所採用之雨場分割方法並不一致，以前人曾採用的四種雨場分割方法(方法一至方法四)來分割一場連續降雨時

會發現，雨場分割方法對降雨參數的計算影響相當大。為改善四種雨場分割方法的缺點，本文另外提出兩種改良的雨場分割方法(方法五及方法六)並與水保局目前所採用的雨場分割方法(方法七)進行比較分析。為了簡便起見，本文建議可以單日有效累積雨量 R_d 加上前期雨量 P 的方法來估算總有效累積雨量 R_{dt} 。此外，本文並提出一個機率式土石流發生降雨警戒值模式，可提供土石流警戒區域的劃分與警戒基準值之參考。

影響土石流發生的基本條件，除了降雨因素外，地形、地質及其他地文因子亦扮演著重要的角色。由於降雨資料比其他資料容易取得，所以本文目前只以降雨條件來建立土石流發生之警戒值模式。其後之研究若能將地形、地質及其他重要之地文因子加進來一起探討，將能提高土石流發生警戒基準之精確度。土石流的發生與自然界其他天然災害相似，除受到基本條件的影響之外，尚且包含很大之不確定性，因此土石流發生降雨警戒值模式應引入發生機率之概念。本研究已初步建立機率式之土石流發生降雨警戒值模式以供參考。機率式土石流發生降雨警戒值模式有利於進行土石流發生警戒分區之劃定，但是要以何種機率值作為警戒分區之標準，則仍有賴於土石流專家、社會熱心人士及政府單位負責人員共同討論後，再一起決定大家可接受之機率值作為警戒分區之依據。政府土石流負責單位或氣象單位可根據機率式土石流發生降雨警戒值模式及降雨資料對民眾提供土石流發生警戒訊息時，能同時告知民眾土石流發生之機率，讓民眾知道土石流發生可能性之高低，以自我警戒或配合行政單位進行不同層次之避難及減災之準備行動。

3.7.2 即時主動土石流監測與預警系統

本研究測試之『即時主動土石流監測與預警系統』，可於土石移動之初，藉由感測器之偵測，即時提供訊號告知土石流發生。並於土石流運動時，隨時即時提供流動之位置、方向、流速等資料，以資早期預警及防災。

台灣地區已知可能發生大規模土石流地區，大多建有攔砂壩攔截土石，因此本計畫首先整理與分析前人對土石流啟動機制之研究成果及有關攔砂壩淤砂坡度特性之論述，作為埋設計畫及相關測試感測器性能之依據。未來現場選點埋設感測器及架設現場收發報站時，可先根據本研究之結果及其地文資料計算攔砂壩淤砂平衡坡度，及判斷超過淤砂平衡坡度之可能往下移動之土體，再於可移動土體中埋設感測器以監測之，試驗進行時並模擬感測器各種可能狀況，以便於土石有效移動之初，立即通報下游居民疏散。

由試驗結果得知，當感測器掩埋或浸泡於飽和水壓力土石中，發射電波可接收範圍大約為 50 公尺，但浮於表面時，則接收距離可達 100 公尺之遙，極適合於基本土石流監測所需，未來將進一步改良，則可以做更大規模土石流區域監測及預警工作。

3.7.3 降雨滲流現象對邊坡穩定之時變分析

目前對於邊坡穩定之探討，僅著重於在某特定土壤狀態與環境條件下之分析，因此僅能得知該邊坡於某條件下是否安全；但如得知此邊坡在某種條件下會破壞時，此種分析並未能顯示於何時會發生坍塌。因此邊坡穩定之時變性分析實為必要，因為此種分析方法可以預測在某種特定土壤與環境條件下，邊坡可能於何時發生破壞，並據以

做為建立邊坡安全預警制度之參考。

一般邊坡之破壞，常於降雨過程或降雨後某段時間內發生，造成此結果之主要原因為降雨所產生之雨水入滲現象。雨水入滲除使地下飽合層水位升高外，亦增加非飽合層土壤之單位重量，此兩者均增加邊坡土體之下滑應力。其次由於土壤顆粒含水量之逐漸增加，亦可能使得某些土壤之抗剪強度降低，此三者於不同時間下之交互變化作用，使得邊坡於降雨發生後於某脆弱面發生破裂變形，甚至發生滑動破壞。本研究目的即分析在降雨現象下，綜合考慮隨時間改變之土壤單位重、地下水水面升降及土壤抗剪強度變化等過程，於邊坡穩定之時變性分析。

本計畫已完成降雨滲流與邊坡安全時變分析之模擬，得知邊坡之安全係數會因降雨而有所改變，依此可建立邊坡安全之預警制度。其次於現場試驗中，已可持續獲得降雨與土壤含水量變化之資料。根據目前所獲得資料初步分析可知，當降雨量在 2 mm 以下對 10 cm 深之土壤，以及降雨量在 3 mm 以下，對 20 cm 深之土壤含水量增加幾無影響。

3.8 內政部建築研究所

3.8.1 建築物耐震評估方法之研修與作業準則之研擬

行政院於 89 年 6 月 16 日核定「建築物實施耐震能力評估及補強方案」，現正由內政部積極推動中；惟國內目前使用的耐震評估方法與版本甚多，而評估方法的使用便利性及評估結果的可靠性各異。就此本案希探討國內外常用的耐震評估方法，建立建築物耐震評估準則及程序，以及提出適用的評估方法俾利既有建築物耐震評估作業之推動。

經本研究詳細探討之後，研擬「建築物耐震安全評估作業準則」草案計十六條，以供主管單位發布命令之參考。研擬有建築物安全簡易評估之表格，可作為建築物耐震安全簡易評估，耐久使用安全之簡易評估作業之參考。並研究而整合建議建築耐震安全初步評估法，其中可供初步評估作業者計有：「危害度評估法」及「簡速分析評估法」。進而整合建議建築耐震安全詳細評估作業者可採用「強度韌性法」、「擬彈性法」、「容量震譜法」及「逐步分析評估法」中之兩種以上分析並取其中之小者，作為其耐震能力。各階段之安全評估作業，得配合最新之電腦軟體及硬體進行評估系統之開發及研究，以供更有效率。本作業準則若能落實施，將能進一步確保國人居住安全及生命安全。

經本研究詳細探討之後，可獲下列結論與建議：

1. 研擬「建築物耐震安全評估作業準則」草案計十六條，以供主管單位發布命令之參考。
2. 建築物安全簡易評估之表格可作為建築物耐震安全簡易評估耐久使用安全之簡易評估作業之參考。
3. 建築耐震安全初步評估法中可供初步評估作業者分為：
 - (1) 建築耐震安全初步評估_危害度評估法。
 - (2) 建築耐震安全初步評估_簡速分析評估法。
4. 建築耐震安全詳細評估法中可供詳細評估作業者分為：
 - (1) 建築耐震安全詳細評估_強度韌性法。
 - (2) 建築耐震安全詳細評估_擬彈性法。
 - (3) 建築耐震安全詳細評估_容量震譜法。
 - (4) 建築耐震安全詳細評估_逐步分析評估法。

5. 各階段之安全評估作業，得配合最新之電腦軟體及硬體進行評估系統之開發及研究，以供更有效率。
6. 本作業準則若能落實施將能進一步確保國人居住安全及生命安全。

3.8.2 坡地住宅地區防災預警及通報系統之研究

本研究藉由收集坡地社區各類型災害案例，擬定災害潛勢範圍劃定方法與原則，並透過硬體設施之安全監測，建構完整之防災預警管理組織及通報系統架構。在「災害潛勢範圍劃定方法」部份，若為社區內部產生之災害，建議採用「坡地社區安全初步評估系統」評估之；若因社區外土石流破壞而影響本社區安全，則採用「土石流危險溪流特定區劃定」方法評估。期望工程師們能在經濟且有效的情況下，為坡地社區安全提出初步評估結論，抑或在緊急狀況時，應邀做出迅速的評估建議。

在「預警觀測系統」部份，除土石流外，現有各種監測儀器都僅大略的訂出了可能發生危險的狀況，但是尚沒有嚴謹的具本土特性之觀測指標。因此，各坡地社區邊坡之觀測指標應該透過專業工程師之邊坡穩定和水理計算等分析，建立預警系統之管理值。

在「預警通報系統」部份，現行之架構多著重於災害發生時之緊急應變措施。事實上對於坡地住宅社區而言，事先之防範優於事後之應變。故本文建議應透過專業團隊之安全檢查及社區自主組織之日常監視，將坡地社區現況定期回報至災害應變中心，生命財產之損失方可能降低。

3.8.3 都市型水災避難系統規劃之研究

本研究以防災國家型科技計畫以 88~90 年度第一期之研究成果為基礎，透過境況模擬之方法，以淹水潛勢模型模擬台北市南港區各種（12 種）情境下的淹水情形，並配合南港區人口分布、道路系統、公共設施分布之實際資料，討論現況洪災避難設施系統之問題，並建議如何應用淹水潛勢資料輔助洪災避難系統之規劃，根據研究之成果，研提以下結論與建議：

1. 以現況之避難地點而言，任何境況下均不受水患影響者有成德國小、修德國小、舊莊國小、成德國中與中華技術學院等五所學校。而不論何種境況均受洪災影響者有玉成國小、南港國小與南港國中等三所學校。
2. 各防災避難圈內指定之防災避難場所，可進一步分為臨時性避難場所、臨時性收容所與中長期收容場所；其中，中長期之收容場所多以國中、小此類具有完整遮蔽功能之場所為主，因此，就洪災避難之考量而言，應以中長期收容場所為主要避難據點。
3. 未來都市規劃工作一定要將淹水空間分布的觀念納入都市洪災管理與規劃工作中，淹水潛勢資料是將這個構思付諸實現是最佳工具之一，無論是水利或是都市規劃專業人員都可以使用淹水潛勢圖於洪災避難相關規劃工作中。
4. 台北市南港區的淹水模擬結果，可以有效提供洪災避難系統規劃所需之基本資料，因為該淹水模擬設定之條件，包括水文、地文、與人文等因子，在水文方面已將不同降雨頻率與暴雨中心納入考慮；在地文方面，則將南港區最新數值地形資料、水利防洪設施佈置、以及道路系統納入考慮；最後，在人文方面，除考慮水利

設施運作情況外，亦將土地開發條件與交通規劃方案納入模式中。

5. 在淹水潛勢之模擬部份，不但可以利用數值方法模擬協助繪製淹水潛勢的空間分布地圖，還可以將都市開發之程度利用量化的方式，計算出對淹水情況的改變。在未來利用績效為基礎的管制方式時，土地開發或規劃者可以依適當的計算方式，得到開發地區合理的開發水準。
6. 目前相關計劃中所指定之洪災避難場所，由於指定之初，並無詳細之洪水潛勢資料可資參考，因此有可能本身就是處於高淹水潛勢地區，未來此一模式推廣之後，應可提供地方政府擬定地區防災計劃中指定避難地點的依據。
7. 高淹水潛勢地區的受災程度，從本研究中可以觀察到，突發之異常天候以及地方土地開發的影響均有所影響，此類訊息有助於地方政府在規劃防災水利設施以及規範地方發展時之減災與避災措施，同時對於高淹水潛勢地區之建築或土地使用，亦可透過特別之規範，以達到減低洪災損失的目的。

3.9 內政部營建署

3.9.1 國土城鄉防災綱要計畫

近年來，全球氣候變遷導致天氣型態變化，因劇烈天然災害造成之損失益形嚴重。本研究之目的即藉由總合天然災害潛勢、風險評估、土地利用與法規等項目，針對國內較常發生之水災害及土石流災害，研提適切之國土與城鄉層級防災綱要計畫，使得於國土規劃及土地利用階段即能考慮各項防災作為，降低土地使用風險，維護生命財產安

全。除綱要計畫外，本研究將提出全國與縣市層級防災規劃準則與作業規範研擬，供各級單位有所依循。

3.9.2 山坡地丙種建地安全及開發利用監測計畫

丙種建築用地位於山坡地範圍內，其區位原本即有較高的潛在地質災害傾向。有鑒於林肯大郡災變與相同類型的地質災害對山坡地社區居住環境的安全造成了嚴重的威脅，也反應了山坡地環境地質敏感度評估資料的重要性與極度缺乏的現況。爰此，本計畫收集、調查丙種建築用地範圍內地籍等相關資料，以為劃設環境敏感區及評估建地安全之用，除可用於防範措施的改善之外，並可提供土地使用規劃及開發之參考依據，以保障山坡地社區居民生命、財產之安全。

本計畫方法可分為丙建資料庫建置、潛在地質災害與災害類型之評估以及對於評估結果為高危險度以上之範圍進行現地查勘等三部分。建置丙種建地資料庫其目的在於觀察收集建地的開發現況與社區內的護坡工程外觀是否顯現可觀察之不穩定現象，同時也瞭解受調查社區是否曾發生地質災害。以張石角教授之「簡確法」評估其潛在地質災害之危險度與可能發生之災害類型，若曾發生，其後處理措施是否足以有效防範未來可能災變之發生。

本計畫歷經 90、91 兩個年度，已收集彙整並補充建置全省丙建之數值化地籍圖，計分佈於 17 縣市，190 個鄉市鎮內，共計約 18 萬 8 千餘筆地號資料，面積共計約 7 萬 9 千公頃。全省丙建範圍共有 72 處區域進行現地調查作業，涵蓋面積達 649 公頃。本計畫所建置之數值地籍圖資料庫與地上建物相關資料堪稱迄今專門針對管理丙種建築用地而彙整建置最完整之建物資料庫。資料庫內同時建有各地號之「建物標示部」及「土地標示部」等地政基本資料以利於土地管理單位查閱

瞭解地面建物開發狀態。其餘具體產出的成果尚包含評估資料庫、作業系統、現地調查資料庫、成果圖冊等。本計畫貢獻整理如下：

1. 協調地政與營建單位，在地籍資料上建立一正式通報體系。
2. 完成週全的全省丙建資料庫，使山坡地建安工作更落實。
3. 山坡建地第一次大規模專案化災害評估。
4. 山坡地建地安全整合制度之提出及現地安檢示範。
5. 推展制式查報工作並建立山坡地建安優先查核制度。
6. 以 WWW GIS 平台建立山坡建地安全資料流通環境。

3.10 內政部消防署

3.10.1 大規模災害救災標準作業系統之建立

以美國「聯邦緊急災變管理署」(FEMA)所研創「意外事故指揮體系」(ICS)為基礎，融合國內現況災變現場救災指揮體系之架構與運作，檢討改進近年來國內搶救重大災害時所發現之優缺點，建構本土化緊急事故現場指揮標準作業系統之雛型，續以專家訪談的方式，評估本研究所規劃的作業系統之合理性及適用性。期能提供各級政府未來在緊急應變體系規劃上之參考及災變現場救災指揮人員訓練之準則。

1. 推廣現場指揮制度：本研究單位研究發現，相關災害防救業務人員，僅瞭解災害應變中心相關運作，對於災害現場指揮其搶救相關作業均不熟悉；或僅就所主管之災害訂定相關災害現場指揮架構，部分規定甚至與災害防救法互異，因此建議相關機關應要求中央各部會應就所主管之災害參照本研究成果，研擬所轄災害之

現場指揮體系，並要求地方政府確實執行。執行後再進行檢討修正。此舉最主要係為建立所有從事救災指揮、救災幕僚、救災人員及制度訂定者，建立災害現場指揮之觀念，觀念建立後再加以整合，始能將制度落實。

2. 要求業務主管應具專業搶救知能：依據災害防救法第三條之規定，中央災害防救業務主管機關，負責指揮、督導、協調各級災害防救相關行政機關及公共事業執行各項災害防救工作。但目前相關中央災害防救業務主管機關再推行災害防救相關業務時，卻與災害防救法之基本精神「權責相當」及「一元化」相違背，以海難為例，主管機關為交通部（航政司海事科），就海難搶救實際執行機關為行政院海岸巡防署、內政部、國防部，現場指揮更依災害發生地點加以區分各機關，而主管機關交通部似乎對於海難之現場搶救無能為力，此舉造成災害搶救任務均需假手他人，無法確實指揮，且易造成現場指揮官互推之情事；另對災害事後檢討時，亦無法實際區分權責。因此，建議各級中央災害防救業務主管機關，對於災害防救相關工作應具「權責相當」及「一元化」之觀念，例如：內政部主管颱風、地震、火災、爆炸，除訂定相關預防政策外，並具相關搶救能力；亦如農委會林務局主管森林火災，除主管森林預防外，亦具森林火災之基本搶救能力，並積極研發訓練。反之，部分中央災害防救業務主管機關缺乏對所轄業務之提升意願，所訂定相關政策之執行機關大多為其他機關，對於災害防救之推展將造成阻礙。
3. 救災資源待整合：目前救災資源分屬於內政部、國防部、海巡署等，其中主要以內政部為主，內政部又以消防力為主力，為消防人力在兼負災害防救業務後，人力必未增加，造成災害發生往往

必須向外求援。而國防部雖擁有相關軍事資源得於災害發生時支援，唯其資源多為戰備需要，支援救災後相關耗材補充，必須由請求支援機關支付相關費用，造成請求支援機關困擾。因此，必須充實消防救災人員，並建立專業制度，而非多方專業制度，而使專業成效因人力不足而無法發揮。

3.10.2 災害現場即時災情蒐集、傳輸之研究

九二一大地震對我國的防災體系，是自其建立以來最強烈的一次考驗。特別是現場災害資訊的傳遞與聯繫之災情資料重複、災情資訊誤報等，使得災情掌控不確實，讓救難資源無法相互配合，甚至導致救災時效的延誤。如何藉由軟硬體設施的建置及有效的通訊方式的規劃，以使災害現場的資訊有效與正確的取得或傳輸，才能確切掌握災區景況，並藉此產生進一步的正確應變處置與作為，此即是本研究案規劃的重點。

本研究案是屬於防災國家型計畫項下的一項子計畫，重點在於建立實際的災害現場即時災情蒐集的傳輸系統，並研擬與消防署現有傳輸通訊設備結合的可行性。由於通訊科技發展日新月異，因此在災情蒐集與通訊系統的建置上，不至於有太大的困難度。惟在台灣山區地勢變化甚劇的現實面上，欲建構一套完整數據通訊具有抗災性及無死角的傳輸系統，並須著重於考量經費、系統的時間變動性等問題。

在經費考量方面，採用衛星通訊傳輸資料的方式，例如 VSAT 或 INMARSAT 衛星通訊，雖可達到通訊的抗災性及避免通訊死角及傳輸速率的問題，但設備建置及傳輸經費仍屬昂貴。本案目前採用向民間行動業者租用 GPRS 的通訊傳輸方式，雖然傳輸費用相當便宜，惟受限於頻寬及災後基地台斷電或毀損而無法提供大量數值資訊的傳輸及

通訊中斷。在系統的時間變動性方面，由於整個建置系統係由不同的軟硬體技術及設備組合而成，考量今日軟硬體發展的速度下，系統的單元更新機制，系統更新後程式模組的相容性問題，都是必須加以嚴肅面對的。本案在此考量下，通訊模組的發展採用了可跨平台的 JAVA 語言；傳輸媒介(手機)與資料輸入平台(PDA)採用了分離單元，如此才可因應未來通訊系統的改變，如 3G 通訊；另選用藍芽通訊，以增長傳輸媒介(手機)與資料輸入平台(PDA)間的通訊距離。在伺服器端資料庫語言是標準的 SQL 語言，數據傳輸的格式語言為 XML 格式，如此的選擇除了考量系統時間的變動因素外，另一方面也增加了傳輸資料的可讀性、移植性與易於整合性。

由本報告於通訊系統中，已討論並評估各種通訊系統的使用。並依據消防現有之衛星通訊設備包括有亞洲通衛星電話(易利信 R190 衛星電話)、海事衛星電話及超鳥衛星 VSAT 通訊設備，提出與本案建置的傳輸系統的實際的利用方案。藉由各種通訊方式的利用，除了充分利用了現有的通訊設備外，更著實大大提高了災情即時傳輸系統的實用性與便利性。目前使用的定位系統及導航系統，INS 為甚佳的快速導航設備，屬數值積分器，使用上總是搭配定位系統，利用定位系統之定位初值，予以修正並計算後續位置。由於 INS 設備是導航設備而非定位系統，對於災情傳輸系統來說，目前尚無結合運用的可能。研發中的小型 INS 設備，目前亦尚未研發成功，故也無法與 PDA 系統結合，亦無法與通訊系統配合運用。惟未來 INS 的小型化、PDA 內的計算能力增加，亦是一個值得注意的趨勢。

同樣的，求救信號發射系統(BEACON)亦必須要結合 GPS 等定位系統才能夠發出定位信號，否則只能夠被動地傳送無線電波。目前，這項設備亦無與 PDA 結合使用的案例或能與 PDA 搭配的配件；此外，

BEACON 實也不需要與其他無線傳輸系統結合。另無線電系統方面，目前山區通訊以林務局架構之無線電系統最為完整，通訊涵蓋範圍最廣，林務局已規劃下年度將建立無線電與公用網路介面，屆時不論電話或大哥大都可以透過該系統轉接。惟目前尚未建置數據通訊終端，數據終端設備，亦尚未規劃。依據目前之現況及山地大部分皆屬林務局管轄之現況，現階段於山區執行災情查報時，可以借用林務局通訊系統作為勤務執行之用，除可利用現有資源外，亦可減低消防署對通訊設施的投資。俟未來林務局完成數據通訊終端與公用網路介面後，將使得山區的通訊除了衛星通訊外，更增加了輻輳廣大的無線通訊。

最後，於 PDA 內所建構的地圖系統，包含可使用 PDA 配合內建之電子地圖以搜尋最靠近的救災單位及設施。由於救災單位及設施是配合電子地圖座標位置予以顯示，因此建議消防署未來建立相關救災單位、設施之資料時，可考慮一併建立其相對應之座標資料，藉以增加並提供救災資源、設施的有效利用及搜尋。另本系統目前為單向傳輸，可於未來結合決策支援系統時，將系統升級為雙向傳輸，增加工作指派及回報等功能，以增強決策功能之即時傳達。

3.10.3 國際搜救團隊救災機制之調查研究

自從民國八十八年九二一集集大地震為台灣本島帶來百年來最嚴重的災害以來，台灣不論是官方機構或民間團體陸陸續續成立許多救難團體，其間歷經了國內納莉風災、三三一地震與國外印尼、薩爾瓦多地震的災害工作，不論是在國內中央與縣市間支援或國外搶救的支援機制部分，仍不完備，本研究案主要是針對九二一集集地震至台灣參與搶救的國際搜救隊（美國、日本、新加坡等）本身的組織架構、作業準則、運作機制的探討，並參考聯合國規範，提出我國援外搶救

時與國際搜救隊支援我國搶救時，我國災害應變相關機構所應具備之應變機制：

1. 美國聯邦緊急應變體制

- (1) 災害發生：當災害發生時，先由地方政府及州政府動員轄內的都市搜救資源展開搶救，並向聯邦政府請求支援，聯邦政府會動員所需的聯邦緊急支援功能（共有十二項）支援救災。
- (2) 當災害擴大時，美國聯邦政府會在FEMA總部國家緊事故協調中心（NECC）成立緊急事故支援隊（EST）運作聯邦政府所有的緊急支援功能（ESF），並在受災的FEMA分署辦公室成立分署災害搶救中心（ROC）組成緊急事故應變隊（ERT）運作聯邦政府緊急支援功能（ESF）在災區的支援事項，且在現場派出聯邦協調官（FCO）於災害現場成立災難現場辦公室（DFO）與州政府的協調官協調聯邦緊急支援功能所能提供的事項。
- (3) 動員搜救資源：經評估確認後，FEMA會在美國二十八支搜救隊中選定出動的隊伍（依輪值體制）並動員事件支援隊（IST）至災害現場協助搜救隊運作。
- (4) 都市搜救隊的運作：美國國家都市搜救隊一旦被動員後，必須集結人員裝備在六小時內到達離開的機場，接受FEMA的安排前往動員中心接受現場救災指揮官與事件支援隊（IST）的任務指派並在IST的後勤支援下展開搜救作業。

2. 我國「參與國際救援行動」搜救機制：

- (1) 主要是對我國援外「搜救隊」角色及救援運作架構之定位加以說明，作為整個搜救團體「參與國際救援行動」之依據。
- (2) 說明我國援外「搜救隊」之組織、功能以及各部會之後勤支援協助事項架構關係為輔助，搭配民間機構團體如慈善機構、建築師公會、各技師公會、心理輔導機構、民航業者、民間搜救隊等之協調參與救援行動。
- (3) 闡明我國援外「搜救隊」在「參與國際救援行動」所應具有的责任，以及與聯合國災難評估與協調小組(UNDAC Team)、人道主義事務處（OCHA）、當地災變管理主管機關(LEMA)官員及當地作業協調中心(OSOCC)之協調整合及在受災國所扮演的角色，其架構與聯繫關係所應盡之義務。

- (4) 對我國援外「搜救隊」救援運作規範之制定，包含規劃、管理、動員、救災行動基地、約定/解除約定、安全與防護、搜索作業、救援作業、醫療、大眾資訊等作業準則，來提出相關草案以作為與國際搜救運作接軌，方便於我國相關救援團體有所依循。
- (5) 對搜救隊組織功能的完整性架構加以說明，得以在救災時能全方位兼顧，並發揮管理、搜尋、救援、工程技術等功能，以便補強組織運作來執行任務。
- (6) 建制完整搜救隊成員及搜救犬身心健康、預防接種等之醫療紀錄，以便於執行任務時，防止成員感染，使搜救隊人員及搜救犬得以順利展開執行任務。
- (7) 將搜救隊之運作，按預備、編組、運送、救援行動、再分配/終止、返國等，分為六階段來規劃其組織運作功能所需之作業準則，以便我國搜救隊在參與國際救援時，瞭解國際搜救組織及當地災變主管機關之運作方式，得快速進入狀況參與救災。

3. 我國「接受國外支援」搜救機制

- (1) 我國「接受國外支援」之運作體系以當地作業協調中心(OSOCC)協調中央災害應變中心及直轄市、縣(市)災害應變中心為架構，加上我國搜救隊及國際搜救隊來進行整合運作機制。
- (2) 在應變初期之搜救機制是以當地作業協調中心(OSOCC)與中央災害應變中心為其主體；在災區搶救現場搶救作業，其搜救機制是以當地作業協調中心(OSOCC)與直轄市、縣(市)災害應變中心為其主體架構，以此訂出受援項目及相關作業準則。
- (3) 說明聯合國災難評估與協調小組(UNDAC Team)、人道主義事務處(OCHA)及當地作業協調中心(OSOCC)和報到(接待)中心之功能及扮演角色，以便我國在與國際間之互助合作上能更加嫻熟。
- (4) 說明中央災害應變中心及直轄市、縣(市)災害應變中心在整個救災作業運作所應承擔之責任與地位，以便整合防災體系業務，發揮其統整之功能。
- (5) 協調整合我國救災團隊，如消防署特種搜救隊、空中消防隊及各縣市特種搜救隊以及各部會之後勤支援，並搭配民間機構團體如慈善機構、建築師公會、各技師公會、心理輔導機構、民航業者、民間搜救隊等，以便參與救援行動。
- (6) 藉由對當地作業協調中心(OSOCC)與中央災害應變中心、直轄

市、縣（市）災害應變中心之相關機制之了解，進而擬定相關作業規範及準則，以利救災作業之推展。

- (7) 透過我國「接受國外支援」行動之作業準則，作為中央災害應變中心、直轄市、縣（市）災害應變中心和當地作業協調中心(OSOCC)、國際搜救隊等之救災整備階段性為考量，使我國災害應變中心了解其運作時，需與國際援助團體間之整合內容，以能使指揮、協調功能展開，將各搜救隊之救災能力充分運用，以發揮整體戰力。

不論是我國援外搶救時或國際搜救隊支援我國搶救時，為增進救災之效率與彼此間的協調運作，我國搜救隊與災害應變機關應致力於聯合國規範中所要求的事項，依循相關機制運作，才能在順利且安全的狀態下發揮搜救隊的組織戰力，救出受困災民，完成任務。

3.11 公共工程委員會

3.11.1 各類型災害潛勢資料應用於公共工程規劃設計之研究

台灣所在之地理位置，屬歐亞大陸板塊與菲律賓海板塊交會處，地震發生頻繁，氣象上又經常受颱風侵襲，而致地震、水災、土石流等天然災害對公共工程造成嚴重損害。本文研究公共工程規劃設計之初，即導入各類型災害潛勢資料，以通盤考量災害潛勢而慎以選址、選線，避開地質敏感區，以減少公共工程因各類型災害而造成之損失，達到減災、消災之目的。規劃各類型災害潛勢資料庫，以地理資訊系統(GIS)建置為一流通供應平台，減少各工程單位在資料蒐集上的行政程序。後續更可透過 GIS 整合運算分析，將可用的資訊傳遞給公共工程的規劃設計者，瞭解對工程本體之衝擊，給予適當的保護措施，達到防災減災的效果。

本研究蒐集國內各類型災害潛勢相關資料，並對公共工程規劃設

計流程導入災害潛勢資料之方式及運用範疇予以探討，在此歸納下列結論與建議：

1. 「防災國家型科技計畫」所研發之各類型災害潛勢資料，主要包含淹水、土石流及地震潛勢等三種，其成果圖資之精度上，僅適合作為可行性研究及初步規劃之用。
2. 雖然各類型災害潛勢資料無法直接運用於公共工程規劃設計，在間接運用上，卻有相當大的發展空間，例如：規劃階段：利用相關圖資，運用地理資訊系統(GIS)及成本網格概念，可作為選址、選線之分析工具；設計階段：各類型災害潛勢成果，內涵豐富之工程、防災資訊(如不同降雨條件下之淹水深度、土石流影響範圍及地震潛勢等)，可供公共工程設計標準之參數調整參考。
3. 由於各類型災害潛勢資料之精度、格式及適用性各異，因此運用上必須先整合與規範。在資料流通上需建立統一之流通供應平台，及擷取、分析災害潛勢內涵資訊之介面，以利提供工程單位使用。藉以縮短資料收集之行政程序，及整體提昇公共工程建設之品質。
4. 為避免災害潛勢資料公開所造成之社經影響，未來資料之提供以中央及縣市政府等公部門為限。同時資料的納入以權責單位所公告者為限。
5. 在資料的更新維護上，為避免因時間的落差造成資料的不完整或相互衝突，未來的流通供應系統將定期自動通知各權責單位作更新維護工作。
6. 在資料的統籌管理上，為簡化行政程序，使能順利遂行，以國家之工程專責主管最高機關(如現行之行政院公共工程委員會)先行

代為推動，俟運作機制步入正軌後，再移轉至國土資訊系統(NGIS)之主管機關統籌管理。

7. 因應政府組織改造，各類型災害潛勢資料的業務層面可分為二方面來說，一方面是公共工程建設的應用；另一方面是國土資訊的流通供應。依目的導向應由工程主管機關主導推動，但就例行性業務執行，則由國土資訊流通供應主管機關辦理。故本研究提出下列管理推動組織的優先順序建議：(a)公共工程委員會先行推動在移轉至內政部資訊中心：NGIS；(b)通訊運輸部先行推動在移轉至環境資源部：NGIS；(c)環境資源部：NGIS
8. 為求推動此機制，宜藉相關法源辦法配合執行，如行政資訊公開辦法、災害防救法及公共工程基本法草案。先就行政資訊公開辦法促使各潛勢災害資料供應，再藉由災害防救法之規定，要求各級政府或工程單位主動配合參與執行。最後提出公共工程基本法草案增列建議，明定需於公共工程規劃評估時，檢附各類型災害潛勢資料，並且訂定辦法獎勵災害潛勢資料之研究發展。
9. 整合各類型災害潛勢資料並建立流通供應平台，輔助中央進行國土規劃，地方進行建設，工程單位進行規劃設計。
10. 建議透過中央工程專責主管機關蒐集工程個案對各類型災害潛勢地區的因應對策，包含避災、減災及防災所採取的相關施工技術或方法，建立工程案例知識庫，在施工階段面對各類型潛勢災害時，可作為工法選用的初步參考。
11. 為增加各單位之配合意願，以及避免供應時可能之困擾，建議各類型潛勢災害資料僅對公部門作供應，其僅作為參考使用，不作為法定之依據。若因資料建置時間的落差或不完整時所造成之使

用困擾，供應單位不負法律上之責任。並且資料若有疑慮，則建議使用者反應或通報資料權責單位，由該單位查證處理後回應，並主動提供更新資料。

12. 公共工程建設是需要知識與技術的，往往在政府組織單位異動後，許多寶貴的文獻與資料就因之而缺漏，或是無主管機關依其權責繼續管理或推行。就本研究案對潛勢災害資料流通供應管理上，更是建議需要有中央工程專責主管最高機關統籌推動管理，使得工程技術相關研究發展得以生根茁壯。
13. 資料庫的建立有賴於各生產單位或權責單位，願意提供電子化資料，及配合後續的更新維護工作。現行關於資料供應的規定為行政資訊公開辦法，但往往在資料流通供應上，有著社經敏感性與智慧財產權問題，以致無法供應。為使業務執行更為順利，故敦請行政院增列獎懲條文以落實資訊公開辦法。
14. 公共工程基本法草案由於政府組織改造之因素，故目前行政院暫緩處理，但為求工程政策推行與各部會工程單位之橫向聯繫，建議催生該工程基本法，並增列相關配合項目，以利流通供應業務推動。

3.11.2 土石流高潛勢區之橋梁設計及管理

台灣近年來每逢颱風暴雨，常有土石流發生，民國八十五年賀伯颱風帶來龐大雨量，造成重大土石流災害，尤其民國八十八年 921 集集地震之後更使台灣地區土石流危險溪流從 485 條暴增至 1420 條，且在民國九十年桃芝、納莉颱風之侵襲下，引發了大規模土石流，沿途淹沒房舍，摧毀道路橋梁，不僅導致交通建設蒙受鉅大之損失，亦因交通中斷，妨礙災害救援與重建工作進行，影響交通運輸機能，危害

人民生命財產，造成社會、經濟之嚴重損失。

交通運輸路線如橋梁等線型設施，經常會在土石流活動區內通過，因此，運輸路線上土石流防治的基本目的和首要任務是要避開土石流危險區域保證其人、車安全通過土石流危害區。有鑑於此，本計畫首先即從土石流高潛勢區溪流之判別及其危險度評估、土石流之流動特性、土石流數值模擬及對橋梁之衝擊力、破壞模式等進行相關研究，再根據研究成果，擬定出土石流危險溪流之橋梁設計相關準則，並提出土石流危險溪流之橋梁設計案例，以供工程師參考應用；並參酌國外先進國家土石流危險溪流之橋梁管理措施，針對「新建橋梁」、「既有橋梁」及「受災橋梁」三方面研擬管理之準則，提出土石流高潛勢溪流之整治及橋梁規劃設計及管理之對策，以為國內工程界從事相關橋梁規劃設計及防災管理之參考，並可作為日後政府研訂「橋梁因應土石流之設計規範」之參考，提升橋梁因應土石流之防災能力。

3.12 環保署

3.12.1 災後環境污染防治計畫及其實施機制之探討—毒性化學物質處理技術

災後環境處理通常是毒災救災後最困難的工作，由於毒化物的潛在毒性散佈問題，毒化物的災後處理應立即進行，不應拖延，以降低對環境之影響。在過去由於缺乏明確的災後環境處理指標與處理方法，且事故單位在災後可能喪失災後處理能力，因而延誤處理時機，導致污染之擴大。行政院環保署委託南區毒災應變諮詢中心(以下簡稱本中心)執行「災害後環境污染防治計畫及期實施機構之探討-毒性化學物質處理技術」專案研究計畫目的即為了達到有效提升、強化毒性化

學物質災後環境處理之工作，本計畫首先針對慢毒性及難分離性物質之運作、事故類型，建立毒性化學物質災害事故分類標準，並撰寫災後毒性化學物質環境污染防治實施作業說明書及標準作業程序、建立慢毒性及難分離性物質之災後環境處理指標，以強化災後處理工作、縮短災後處理時間及降低災後毒性散佈。

本計畫依進度目標，完成工作項目有：建立完成毒性化學物質災害事故分類標準，建立完成九種慢毒性及難分離性物質，包括二氯聯苯胺、丙烯晴、苯、四氯化碳、三氯甲烷、二溴乙烷、環氧乙烷、四氯乙烯、三氯乙烯之災後毒性化學物質環境污染防治實施作業說明書及標準作業程序、建立完成慢毒性及難分離性物質之災後環境處理指標。在本報告中更增加了三件本中心所接獲災害應變之實際案例及兩件國外之災害案例，具體佐證本計畫完成之災後標準作業程序內容之可行性。另於九十一年十一月，為訓練各級環保單位正確使用本計畫所擬定之作業說明書及標準作業程序，在北、中、南三區針對環保單位召開說明會，其中亦獲得各級環保單位熱烈回應及提供實際救災經驗中之寶貴意見，並已將其意見納入本計畫所擬定之作業說明書及標準作業程序中。而針對目前國內環保單位防災體系，包括中央、縣市及鄉鎮市等，對實際執行上所需改進之處加以研究並進行檢討，於本報告中，提出建議及改善對策，期能更有效強化災後毒性化學物質污染之處理。

3.12.2 災後環境污染防治管理資訊系統相關研究

本計畫為災後環境污染防治管理資訊系統的相關研究，除了規劃一套災後廢棄物處理制度與管理系統之外，也建立災害通報和資訊系統，並利用各縣市的電子地圖，提供救災指揮官在進行天然災後的環

境污染防治工作時所需的資訊，如救災所需的人力、重型機具和清除處理機構等相關資源，以及各地的污染現況。

本報告第一章進行計畫之概述，說明計畫緣起、目的及工作內容。第二章探討國內災害防救體系在進行實際救災時的缺失，包括架構、運作以及現行通報系統。再從收集國內外災害處理的個案研究中吸取成功的經驗，回過來再檢討救災體系可能改善之處。第三章再就發生頻率較高的風災、水災、震災以及土石流等災害就其可能產生的環境污染問題，擬定包括減災、整備、應變和復原等各個災害階段的處理對策，並於第四章提出災後廢棄物處理制度與管理系統的規劃，描述救災關鍵性要項與各種災害之減災對策。第五章敘述通報系統，重點在於「訊息的整理與控管通報」，為平時對防災的準備及事件緊急處理後之資料建立適當的管道，規劃通報之架構(包含由下而上的通報、由上而下的指揮及部會間的聯繫)，並因應不同的災害訂定標準通報作業流程。第六章說明資訊系統環境、軟體需求、資料庫規劃、網站及電子地圖功能介紹。第七章中再就環保單位指揮調度體系和救災運作措施進一步討論現有執行上問題，並個別提出對中央與地方主管單位之建議。

本計畫最主要之核心在 e 化整個防救災體系，除了檢討國內制度與實施現況外，並希望利用現代資訊科技來提高對天然災害之污染防治成效，減少因災害而衍生之環境問題。由於災後通報未有資訊系統建立，所有數據通報分散且零落，無法有效提供災後環境清理之決策協助，本計畫已建立災害後環境污染防治通報及相關的資訊管理系統作為管理通報資訊之用。建議儘快實施本系統，讓地方環保單位相關人員熟悉此一系統，並利用此系統進行通報，確實更新各種災害之資源與整備情形。將可提高災後環境清理的管理效率。

本年度計畫之資訊系統以資料項目清查及系統建立為首要任務，並首度結合電子地圖以增進管理效率。雖然原訂範圍為八縣市之地理資訊，但配合環保署已建置之全台 1/5000 圖層，將全台之縣市全部納入本系統。而資訊系統通報及輔助決策的功能在實際上線後會有擴充的空間。建議下年度計畫應在縣市環保局實際上線操作後，依使用者需求進行功能擴充，使資訊系統更具友善使用者界面。若因人力或財務的考量而無法全面實施，建議優先由天然災害發生頻率高的地區開始重點實施。

此外，為了提高資訊管理系統與災後污染防治之效率，建議對地方首長、環保單位及民眾的進行不同程度之教育或宣導，並儘速上網通報充實資料庫內，以因應明年救災之實際需要。依據國外之經驗，廢棄物回收再利用之可行性高，國內對災後產生之廢棄物甚少進行分類回收的工作。建議可鼓勵地方環保局規劃垃圾暫時貯存場，以利災害產生廢棄物之分類回收工作的進行，延長垃圾掩埋場的適用年限。

本計畫雖已建議了災後廢棄物預測方式，但為獲得更準確的預估，建議利用本計建立的 e 化資訊系統收集並整理災害歷史資料，並加以統計分析，隨著歷史資料的增加，更能夠得到正確的廢棄物量。如受災土地使用別，受災面積、降雨量及雨水下水道建設現況，人口稠密度以及離上次災害時間等等參數，都應對廢棄物產生量進行迴歸統計，以利較正確之廢棄物量推估及後續之資救災資訊掌控。而目前僅能使用淹水面積、人口密度及距上次災害間隔時間做粗略的估計。

3.13 衛生署

3.13.1 災難醫療資訊資源中心及資料庫之建構

災難現場各項醫療資訊的即時傳輸，有助於指揮系統的決策及救災工作的執行。因此利用各種資訊傳輸設備與緊急醫療資源資料庫介面系統的連結與建立，可便利災難現場人員使用如：行動電話、PDA、類比式無線電系統等設備即時與指揮中心溝通，使醫療資源得以適時、適地且適量地投入，並即時顯示處理狀況，以供後續之追蹤與支援。本連續性計畫第一年中之目標在於各種資訊傳輸設備與緊急醫療資源資料庫介面系統之研究，目前已完成網際網路(WEB 介面)、無線 GSM 手機(WAP 介面)等通訊管道與主資料溝通介面之規劃與測試。第二年目標在強化上年度網站之通報與查詢功能，並加入 PDA 介面，使系統更為完整。另一方面，亦研究可獨立操作的無線資訊傳輸設備之應用如：射頻調變器(Radio Modem)。這是由於在災難發生時，電力與公眾通信設施可能隨之毀壞，因此可獨立操作之無線資訊傳輸設備顯得格外重要。

在整個災難醫療資訊傳輸中，我們使用有線與無線的通訊傳輸介面，使各種可攜式通訊設備，如：PDA、Notebook、、、等，得以傳送災難現場之需求，並且可在電力與公眾通信設施毀壞的情況下，改以射頻調變器(Radio Modem)做為通訊設備傳送資料。這些設施之使用介面盡量朝向使用方便的方向設計，尤其使用 PDA 經由 GSM 無線電話系統透過 WEB 介面進行資料之傳輸，將是救護人員的一大利器，因此在網頁設計上也盡量能符合 PDA 使用者的需求。

醫學與科技的整合對於資訊學成功地應用在災難醫療上是相當重要的。醫療資源相關資料的取得大部分是透過各責任醫院手動輸入方

式通報，尚無法達到完全自動化交換。因此，建立共通的傳輸交換介面來連接各醫院的 HIS 系統讓資料庫資訊更同步化，便成為醫療資訊學努力的目標之一，而使用無線傳輸的簡訊來作為預警(如隨時預告颱風即將登入的時間、強度、可能的災區，並請救災醫護人員 ready)與通告(如再次發生餘震簡訊廣播救護人員需撤離或災後傳染病疫情通知)等都值得在災難醫療的資訊傳輸中進一步做探討。

在災難醫療的意外管理資訊元素包括：查閱整合性資料、床位等相關設施、緊急聯絡表、傷患追蹤、自動通報系統等，本研究所設計的相關資料表格與 Web 介面功能大多包含在內，唯在資料整合性方面未能達到完全自動化的交換，此部份除有賴專家會議討論共同的資料欄位定義外，亦需要整合性的資訊交換平台才得以實現，相信這也是未來相關的研究重點之一。

在資訊整合方面，根據幾次資訊整合會議的意見，主要在緊急醫療病歷方面未有一致的結論，例如有以健保資料或外傷為主的資料登錄系統，亦有各急診室各自發展之急診病歷資訊系統，這些都各自有其必要性，必須由衛生署根據災難需求來確立災難時之緊急病歷標準。但對於災難而言，本研究認為必須區分出需及時與非及時必要資訊加以討論，而且是以決策者觀點而非救護人員觀點，如此才能在災難發生時發揮功效，而非及時資訊則可在恢復期再加以補入資料庫中。資訊的需求方面，以 LEADERS(Lightweight Epidemiology Advanced Detection and Emergency Response System) 監控系統為例，其所提出的意外管理資訊元素包括：查閱整合性資料、床位等相關設施、緊急聯絡表、傷患追蹤、自動通報系統等，本研究所設計的相關資料表格與 Web 介面功能大多包含在內，唯在資料整合性方面未能達到完全自動化的交換，此部份除有賴專家會議討論共同的資料欄位定義外，亦需

要整合性的資訊交換平台才得以實現，相信這也是未來相關的研究重點之一。

在資訊整合方面，根據幾次資訊整合會議的意見，主要在緊急醫療病歷方面未有一致的結論，例如有以健保資料或外傷為主的資料登錄系統，亦有各急診室各自發展之急診病歷資訊系統，這些都各自有其必要性，必須由衛生署根據災難需求來確立災難時之緊急病歷標準。但對於災難而言，本研究認為必須區分出需及時與非及時必要資訊加以討論，而且是以決策者觀點而非救護人員觀點，如此才能在災難發生時發揮功效，而非及時資訊則可在恢復期再加以補入資料庫中。

3.13.2 虛擬化災難與民眾自我救援新技術之開發

從 921 集集大地震的經驗看來，政府部門中並沒有災難應變的專職機構，以致於災難發生時無法統合政府部門的應變救搜行動，而民間社會各團體雖很熱情的進入災區進行救援，但因對災難本質認識偏差及未經整合，因而發揮的功能有限，甚至對災區產生所謂的「二次災難」。加上災區民眾，因平時缺乏災難知識與自我救援、急救能力，使得許多在災難初期受傷的民眾，無法獲得初步的救助，無形增加傷亡的機會。

吾人深知教育民眾在第一時間內能自救與互助是未來災難醫學中重要的一環，為了要增進民眾自救的能力，首先吾人先獲得衛生署醫政處同意委託辦理「虛擬化災難與民眾自我救援新技術之開發」之計劃，接著吾人編纂（1）侷限空間的認識與救援（2）簡易化生命徵象與身體評估（3）簡易化大量傷患之檢傷分類（4）止血（5）包紮（6）固定（7）搬運以利民眾應用，和（8）氣管內插管之操作（9）靜脈注射之技巧以利 EMT 和醫護人員應用等九大章節，並以專家驗證、先趨

研究和實際應用證實其可行性，吾人並將之分別編列 A.教師手冊 B.學員手冊 C.教學投影片以利後續計劃之推廣。

完成此教材後，今年度，吾人便從以下三大重點邁進：

1. 訓練第一年所研發出來的新技術的種子教官。
2. 大規模進行新技術的民眾教育訓練。
3. 將這些新技術實際運用於各級政府的災難演習。

這樣一來，才可說大體完成了『虛擬化與民眾自我救援新技術之開發』的總目標。

3.13.3 臺灣地區災難醫療與人力資源資料庫之定義與建立

災難醫學衛生資料收集的四個目的，在於預測可能問題、提供人口需要、重建社會，並且預防未來災害。有災難醫療的詳細資料，才能使災難醫學成為有組織的學問，也讓衛生與醫療的應變更有效果與效率。不管是警戒期、緊急應變期、恢復期、災後預防等，「正確資訊」的獲得都是很大的挑戰。由於每一個災難都有特異性，加上其不可預期的特性，原有資料蒐集組織受到破壞，導致於在其他學門都可以輕易獲得的資訊，在災難醫學方面竟然是最大的困難。建立本地災難醫療的統一定義與資料庫，是建立災難醫療體系的首要工作。

本計劃為兩年期計劃，由急診醫學醫療資訊管理，公共衛生專業人員組成之團隊，定義並建立台灣地區災難醫學的資料庫以及災難醫療衝擊的評估模式。參酌國內外制度與資訊，訂定共同標準的格式與定義。

在計畫的第一年度，得到了下列成果：

1. 回顧台灣過去重要的天然與人為災難。
2. 檢視國內緊急醫療網的災難醫療體系資料收集現況，並對未來緊急醫療網的資料收集方式與流程提出建議。
3. 提出對於災難資料庫以及災難醫療衝擊評估的標準定義模式，包括：
 - (1) 災難的定義
 - (2) 災難的分類與分級方式
 - (3) 災難的宣告與啟動
 - (4) 災難的嚴重度評估模式
 - (5) 災難相關死亡與罹病的定義
 - (6) 災難傷害嚴重度的評估與登錄方式
4. 災難人力資源的登錄模式。
5. 災難醫療網頁的建立。

在計畫的第二年度，得到了下列成果：

1. 統一災難資料庫與災難醫療衝擊評估的標準定義模式。
2. 統一各地緊急醫療網資料傳遞模式。
3. 編訂災難資料庫包括到院前與到院後醫療的統一格式。
4. 開辦教育訓練，制訂統一教材，協助緊急醫療救護系統相關業務人員，建立統一的災難醫療通報與資料庫系統。

災難醫療與人力資源資料庫的標準模式建立，可以提供災難計劃

之擬定、應變時資源的整合與利用、災後復原進度之追蹤、減災措施之建議等。為了增加資料庫的時效性、正確性、以及普及性，資料庫需與地區緊急醫療結合，以便在災難發生後得到最迅速正確的資料，也必須與相關的災難資源網站結合，以便無論是專業人員或是一般民眾，皆可以經由網際網路，得到關於災難的專業與一般性資訊，並可以利用以人才資源的資料庫，啟動適當的救援模式。使災難預防工作更有效，援助工作更妥當更有效率。本計畫擬定的標準定義模式，仍有待主管機關取得共識後，循行政與醫療管道，進行教育傳播，才能得到最大的效益。

3.14 財政部保險司

3.14.1 九十年年度災害保險制度之建立研究計畫成果報告

政府於1997年成立一個長期及多元化的研究方案，稱之為National Science and Technology Program for Hazard Mitigation 防災國家型科技計劃(NAPHM)，去探究一切會影響台灣的災害及可減輕生命和財產損失的政策。財政部與 NAPHM 呼應撥出研究經費支持一個六年的研究方案來發展全國性災害保險制度。此災害保險制度研究方案包括下列五大領域：

1. 災害保險制度的法律基礎：

- (1) 外國災害保險制度相關法規之研究。
- (2) 提議及修訂建立災害保險制度所需之相關法規。

2. 災害風險評估及精算：

- (1) 探討不同災害之損失模型及風險評估。

(2) 提議合理保險費率 (參照Haz-Taiwan研究之成果，續展分析因地震引致成的損失)。

3. 災害保險制度之設計：

(1) 災害保險制度之特性。

(2) 建立災害保險制度之原則。

(3) 保單承保條款之建議。

4. 災害保險制度之財務及風險分散之機制：

(1) 賠款來源之財務規劃。

(2) 承保能力之探討。

(3) 共保、再保及資本市場之探討。

(4) 成立災害補償基金之可行性研究。

5. 災害保險制度之整體計畫：

(1) 整合前述之四項研究成果，及呈交災害保險制度之整體計畫。

(2) 國外災害保險制度及相關法規之綜合分析。

(3) 災害保險之其他配套措施，例如損失防阻及控制、農田、一般土地和建築之管理及相關責任保險問題之探討。

此研究劃分為兩個階段。第一個階段將以全面性角度探討上述五大領域並提出災害保險制度架構之建議，然第二階段將延此架構進行。第二階段將佔據餘留的五年，對每一個重大災害做詳細的研討及提供有關資訊促使災害保險制度能在 2006 年落實。

災害補償基金之設置摘要如下：

1. 就經濟效益及永續性而論，最有效的制度是維持一個小型的基金

以應付短期損失，將損失金額達到可能最大損失的部份購買再保障。其可能是一個發生週期為 200 年的損失，然後可選擇以此可能最大損失額度為整個制度賠付最上限，或在此額度之上由政府提供擔保以賠付更大的事故損失。最後設定保費以符合所有費用的需求。在此提議的制度中，平均保費被定義為市場價值保險費。(MVP)

2. 如果決定依照紐西蘭的例子建立補償基金，則必須選擇設立一個比 MVP 更高的保費或顯著降低再保購買的程度。(有關這一點必須知道紐西蘭災害保險制度存在的前 40 年都沒有再保險而由政府來保障)
3. 如果只有一部份的風險購買再保險，則其原始目的應該是為了保護補償基金的成長，所以損失應該在低水準狀態，而此狀態也是處於低層再保轉嫁效率較高的時候，因為再保人漲價的百分比較低。
4. 政府於最初承擔所有風險容許絕大多數的保費落入基金補償基金是最快速成長的方法，直到基金累積到一定水準，購買再保險保護基金才有意義。

3.15 原住民族委員會

本研究為一實務型的五年期研究，研究目的主要在於建構原住民受災地區之災難緊急醫療與社區復健之模式。本研究第一年為進行災後緊急醫療與社會復健之運作現況與問題初步探討。資料蒐集除政府出版品與相關文獻之探討外，亦包括赴受災地區實地訪視。研究結果包括分析原住民受災地區之醫療資源與緊急後送體系、描述原住民受災地區「災難緊急醫療系統」與「災害通報模式」運作現況分、建立

原住民受災地區之災難資料庫與災難資料庫資料收集流程之標準模式，以及建構本土化社區災難風險評估基本概念。本研究發現原住民部落災後緊急醫療與心理復健計劃與資源嚴重不足，建議未來有關政策應發展文化敏感性與因地制宜的原住民部落策略。

研究結果可發現：在九二一地震及桃芝風災之後，無論社會大眾或政府單位，無不卯足全力投入救難搜救及災後重建工作，但在事後冷靜分析，一樣的制度和福利，一樣的標準與程序，是無法異地而論的，就以搜救工作而言，我國對於原住民部落的緊急醫療救護能力偏遠的原住民部落由於社會長期的忽視之下，在醫療資源上就已經明顯的輸給了其他平地社區，加上交通的阻隔，及通信狀況不良的雙重限制下，縱使有多完善的緊急醫療系統，這些救援再當時卻無法及時深入當地發揮他應有的功效，所以今後原住民部落緊急醫療系統的建立，應該著重在當地應變能力的提升，彌補外來援助為到達前的空窗期，達到自救互救的功效，因此第二年度工作將積極調查部落資源及現實需求，朝向成立部落自主性的急難救助團隊為主要方針，主要目標如下：

1. 部落緊急醫療
2. 地區救護隊儘早進駐
3. 社區緊急醫療網與社區災難應變人員訓練
4. 搜索與救援行動
5. 地區急救醫療人員與外來援助的整合
6. 災後重建與社區營造概念的融合
7. 部落傳統社會組織運用探討

肆、 結論與建議

4.1 結論

防災國家型科技計畫成立以來，持續依規劃目標推展相關工作，在相關部會署配合支援及計畫辦公室全體同仁共同努力之下，相關工作已陸續發揮實質作用。計畫執行至今，在防救災相關資料庫建立、災害潛勢之調查與分析、災害境況模擬與危害度分析、預警及預報技術、災害管理決策支援系統、震後建築物快速安全診斷與補強、結構物耐震設計與耐震能力評估、地震災害評估決策支援系統建置與應用、災變通報與緊急應變系統、防救災體系檢討評估、災害防救對策等方面，已獲致初步成果，並進一步推動示範區防救災計畫，落實應用研發成果。

行政院於今(92)年 5 月 17 日函頒「國家災害防救科技中心設置要點」，國科會魏哲和主任委員於 7 月 15 日召開行政院災害防救專家諮詢委員會，正式宣布成立「國家災害防救科技中心」，並由此中心負責防災國家型科技計畫之運作。自此我國災害防救科技研發始有統籌機構從事災害防救科技研發重點研訂、分工規劃、成果整合、技術轉移及落實應用，期使災害防救科技研發工作較能具有前瞻性、整合性及實用性。

4.2 建議

綜合檢討 91 年度防災國家型科技計畫執行情形，歸納建議如下：

1. 災害防治為一持續性之重要工作，相關工作均應以較長期觀點推動之，期望透過「國家災害防救科技中心」的運作，加強防災國家型科技計畫之規劃、協調、整合與管理等工作，建立有效評鑑作業機制，以提昇整體防災科技研發工作之成效。
2. 各層級政府相關單位間之防救災資料庫與決策支援系統，亟待整合與加強建置。
3. 加強防救災相關之社會、經濟等課題之研究。
4. 防災教育宣導與災害防救專業人員培訓應予重視，並持續推動相關教育訓練工作。
5. 地方政府為執行災害防救工作之實體，必須促使地方政府依照災害防救法設立災害防救專責單位，加強研擬修訂地區災害防救計畫，並充實相關資源，以強化相關作業能力。

謝 誌

本計畫承各部會署共同支持，行政院國家科學委員會補助計畫辦公室運作經費，謹誌謝忱。同時感謝國科會魏良榮博士、王永壯博士、謝志毅先生、湯宗達先生、沈嘉蕙小姐、甘若梅小姐，以及防災國家型科技計畫辦公室陳貞蓁小姐、林台萍小姐、賴幸玫小姐、陸淑菁小姐、李忠勇先生等，在計畫執行期間鼎力協助。

參考文獻

1. 李清勝、沈鴻禧、翁進登、林宗生，”防災國家型科技計畫九十一年度成果報告：颱風研究、預報與警報研究成果(二)”，防災國家型科技計畫辦公室研究報告，NAPHM 92-04，民國 92 年 11 月。
2. 許銘熙、謝龍生、陳宣宏、鄧慰先、黃成甲、葉森海、連宛渝，”防災國家型科技計畫九十一年度成果報告：示範區淹水災害境況演練規劃研究與工作成果報告”，防災國家型科技計畫辦公室研究報告 NAPHM 92-05，民國 92 年 11 月。
3. 游繁結、陳天健、陳建元、洪鳳儀、林聖琪、游文輝、蘇玉峰，”防災國家型科技計畫九十一年度成果報告：土石流與崩塌觀測與警戒基準訂定模式整合研究(一)”，防災國家型科技計畫辦公室研究報告 NAPHM 92-06，民國 92 年 11 月。
4. 溫國樑、張道明、張芝苓、王治國，”防災國家型科技計畫九十一年度成果報告：中央氣象局強震網測站之地盤效應分析與應用”，防災國家型科技計畫辦公室研究報告 NAPHM 92-07，民國 92 年 11 月。
5. 羅俊雄、蔡克銓、吳子修、劉淑燕、林瑞良，”防災國家型科技計畫九十一年度成果報告：結構健康診斷技術：評估時間域參數系統識別方法”，防災國家型科技計畫辦公室研究報告 NAPHM 92-08，民國 92 年 11 月。
6. 陳亮全、賴美如、冉淑慧、尤靜萍，”防災國家型科技計畫九十一年度成果報告：直轄市、縣（市）層級災害防救專責單位設置方式與

- 災害防救業務功能之探討”，防災國家型科技計畫辦公室研究報告 NAPHM 92-09，民國 92 年 11 月。
7. 林峰田、謝惠紅、徐百輝、游怡芳、吳上煜、周恆毅，”防災國家型科技計畫九十一年度成果報告：防救災地理資料庫及災害管理決策支援系統之建置”，防災國家型科技計畫辦公室研究報告 NAPHM 92-10，民國 92 年 11 月。
8. 防災國家型科技計畫辦公室，”臺北市防救災合作計畫成果報告”，防災國家型科技計畫辦公室研究報告，NAPHM 91-16，民國 91 年 10 月。
9. 防災國家型科技計畫辦公室，”嘉義市防救災示範計畫成果報告(二)”，防災國家型科技計畫辦公室研究報告，NAPHM 92-13，民國 92 年 12 月。
10. 許銘熙、鄧慰先、謝龍生、陳宣宏、連宛渝、黃成甲、葉森海，”美國德州農工大學合作計畫九十一年度成果報告：淹水模式圖像使用介面與潛勢資料網路資料庫之建立(三)”，防災國家型科技計畫辦公室研究報告 NAPHM 92-11，民國 92 年 11 月。
11. 陳亮全、劉怡君、詹桂綺，”美國德州農工大學合作計畫九十一年度成果報告：鄉鎮及村里災害預警決策之初步探討”，防災國家型科技計畫辦公室研究報告 NAPHM 92-12，民國 92 年 11 月。
12. 羅俊雄、陳亮全、李清勝、許銘熙、溫國樑、蕭代基、何興亞、李文正，”2003 美國、日本災害防救研究單位參訪與合作研究協商報告”，防災國家型科技計畫辦公室研究報告，NAPHM 92-03，民國 92 年 11 月。

附表

表 2-1 「防災教育資源中心」網站架構

第一層網頁	第二層網頁	內 容
首頁		
網站導覽		列出整個網站架構，並可直接點選
網站檢索		利用關鍵字查詢網頁資料
最新消息		最新消息公告與近期重要公告
中心簡介	設立背景	中心設立緣由、目的、依據
	任務	中心任務
	定位	中心定位
	目標	中心近程、中程、遠程目標
災害防治	天然災害	各類天然災害之簡介、案例(含災害概述、統計資料及相關新聞、照片)及防治方法
	人為災害	各類人為災害之簡介、案例(含災害概述、統計資料及相關新聞、照片)及防治方法
災害應變	天然災害	各級學校災害應變計畫、教導民眾面對各種災害如何應變
	人為災害	
	尋求支援	含醫院、通報系統....等各種支援系統
教育訓練	成人	含課程、學程、教材(包括 VR、多媒體、錄影帶等)、評鑑、心得及意見等
	防救災專業人員	含課程、學程、教材(包括 VR、多媒體、錄影帶等)、評鑑、心得及意見等
	教師	含課程、學程、教材(包括 VR、多媒體、錄影帶等)、評鑑、心得及意見等
	各級學生 (大專、國高中、小學)	含課程、學程、教材(包括 VR、多媒體、錄影帶等)、評鑑、心得及意見等
兒童園地	認識災害	提供圖文並茂之線上動畫電子書供小朋友瀏覽、閱讀、認識各類災害型態
	遊戲區	防災數學、拼圖、腦筋急轉彎、防災 IQ 測驗、著色遊戲、迷宮.....等等，通過遊戲區及機智問答的小朋友可獲中心認證
	機智問答區	
	如何保護自己	類似燙傷處理步驟、洗手步驟等要訣
	印象中的防災	小朋友對防災的想法是一個兒童互動網，展示兒童繪畫、信件等
推廣落實	教師研習活動	提供教師研習活動成果與訊息
	學生研習活動	提供學生研習活動成果與訊息
	災害防救演習及訓練	提供災害防救演習及訓練活動成果與訊息
	相關競賽及活動	提供相關競賽及活動成果與訊息

表 2-1(續)

第一層網頁	第二層網頁	內 容
圖書資源	天然災害	教材、書籍、宣導手冊、照片、VCD、地圖、
	人為災害	海報、防災教育歷年成果報告及論文等
	相關法規	與防災相關法規之連結
教學設施	防災教育館	連結基隆、台北、台南等防災教育館
	防災博物館	連結國立自然科學博物館、921 集集地震紀念博物館等
網站連結	連結防災相關網站及知識庫	連結教育部顧問室、行院災害防救委員會、內政部消防署、內政部建築研究所、交通部中央氣象局、經濟部水利署、農委會水土保持局、國家災害防救科技中心、國家地震工程研究中心、防災科技教育改進計畫、台灣地震數位知識庫、美國紅十字會、FEMA、日本人與防災未來館等
討論區		防災教育研究與實務工作有關事項公開討論區
聯絡我們		

表 3-1 防災國家型科技計畫 91 年度核定情形

經費單位：仟元

主管單位		計畫數	核定經費
經濟部水利署		16	48,280
經濟部 中央地質調查所	區域地質組	2	58,000
	環境工程組	1	58,832
交通部 中央氣象局	氣象預報中心	2	4,980
	地震測報中心	17	21,680
交通部科技顧問室		3	14,250
交通部運輸研究所		1	9,192
國科會永續會		126 (30 個整合型計畫)	98,853
農委會水土保持局		16	11,035
內政部 建築研究所	工程組	7	8,500
	都市防災組	6	10,110
內政部營建署		2	12,600
內政部消防署		7	8,350
公共工程委員會		6	11,200
環保署		2	3,660
衛生署		20	21,730
財政部保險司		1	2,700
原住民族委員會		1	2,000
合 計		236	405,952

附圖

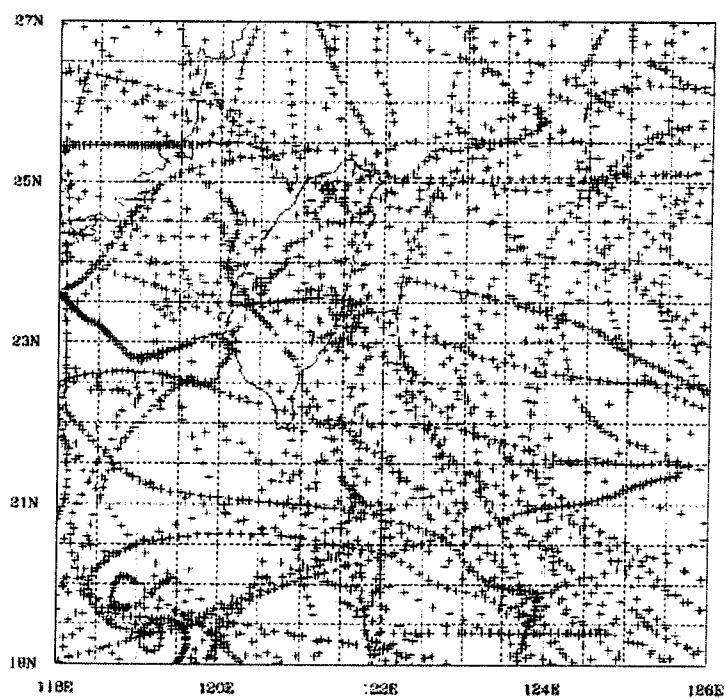


圖2-1 1989-2001 年期間在台灣地區附近之颱風路徑圖(共 58 個颱風個案)

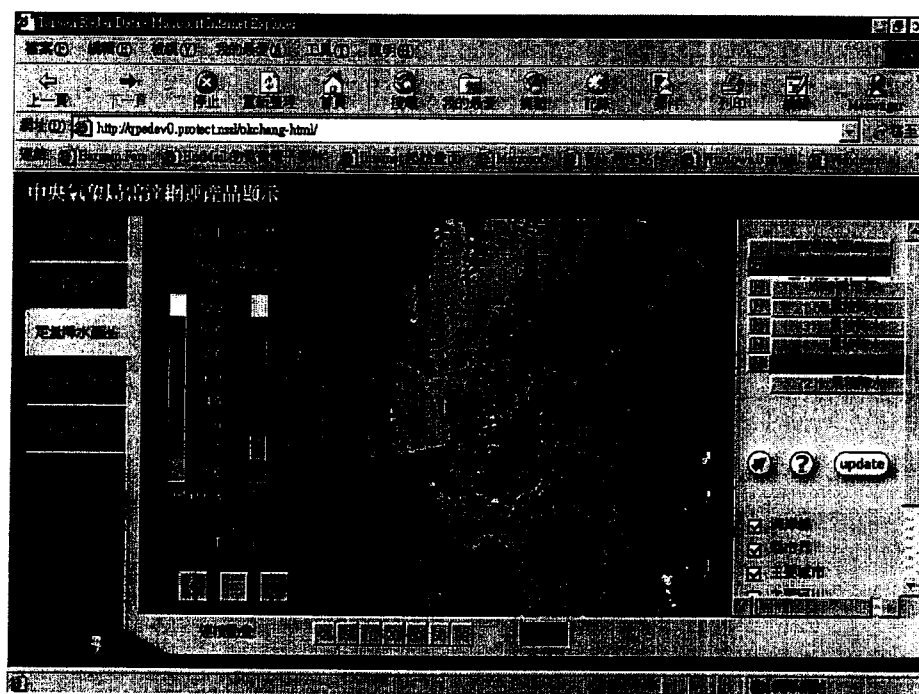


圖2-2 QPE-SUM 圖形展示介面

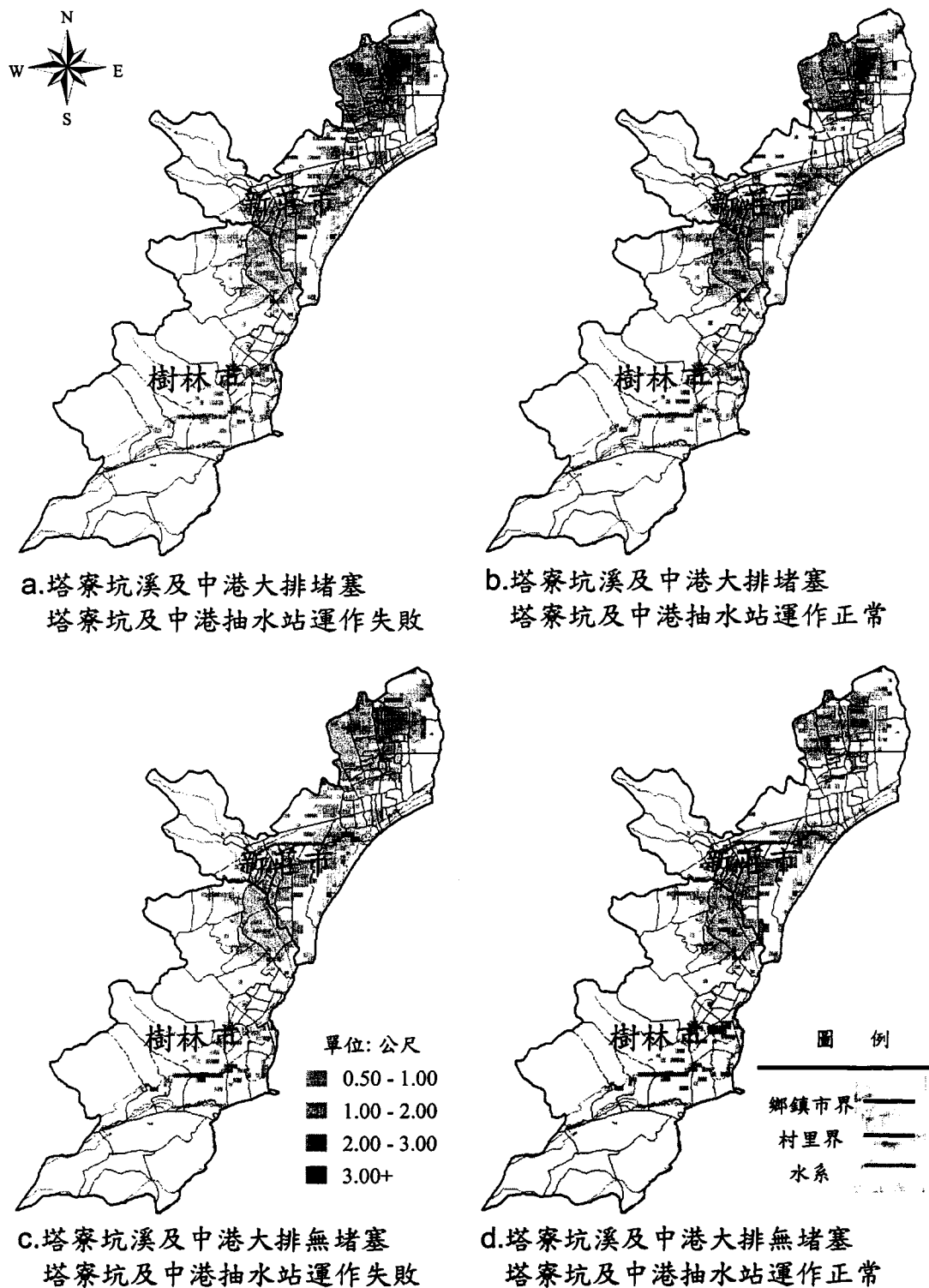
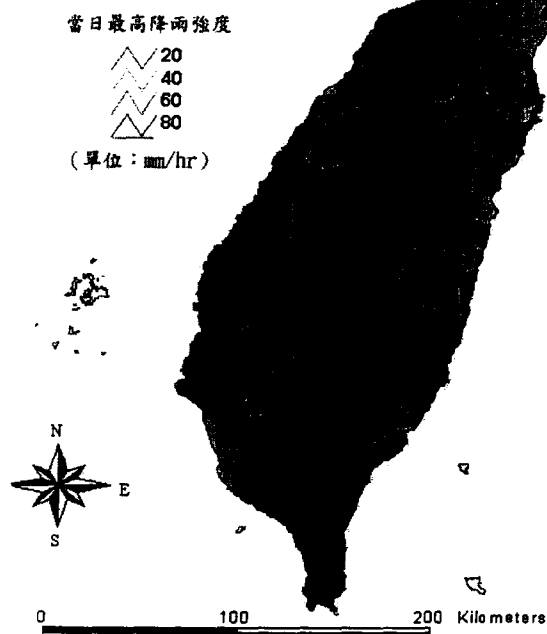


圖2-3 新莊樹林淹水潛勢圖(平地重現期 200 年及山區重現期 200 年)

災害等雨量線分佈圖



111



圖2-6 土壤流失與堆積量與坡度對照圖

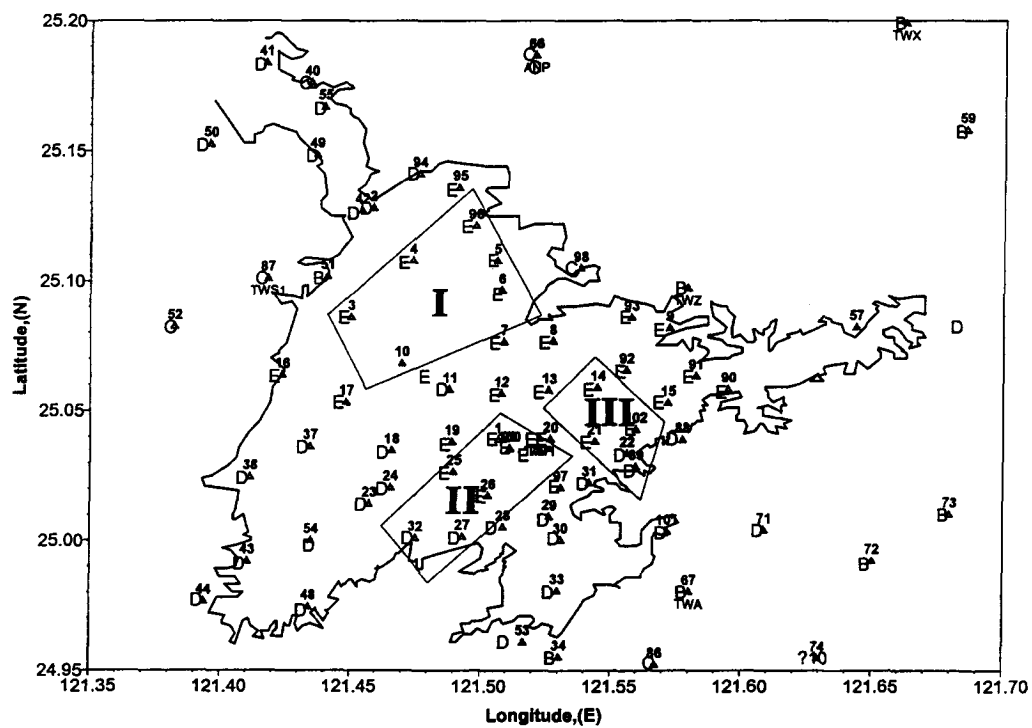


圖2-7 臺北盆地分區分佈圖

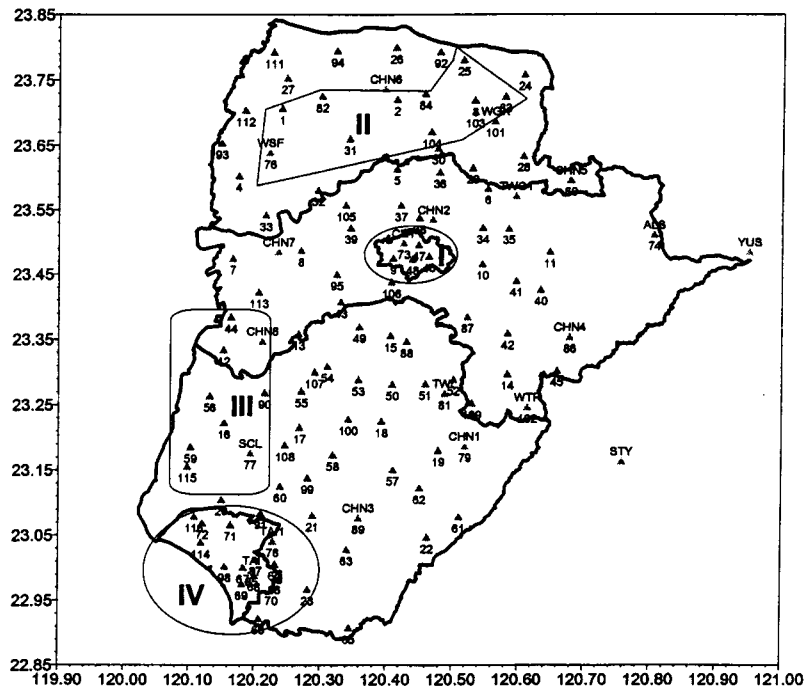


圖2-8 嘉南平原分區分佈圖

主橫正向建築立面圖 (長度單位:公分 原始比例尺: 1/400)

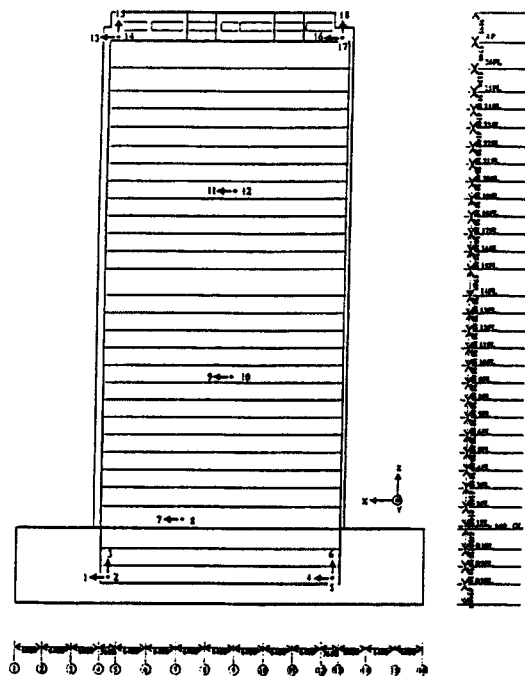
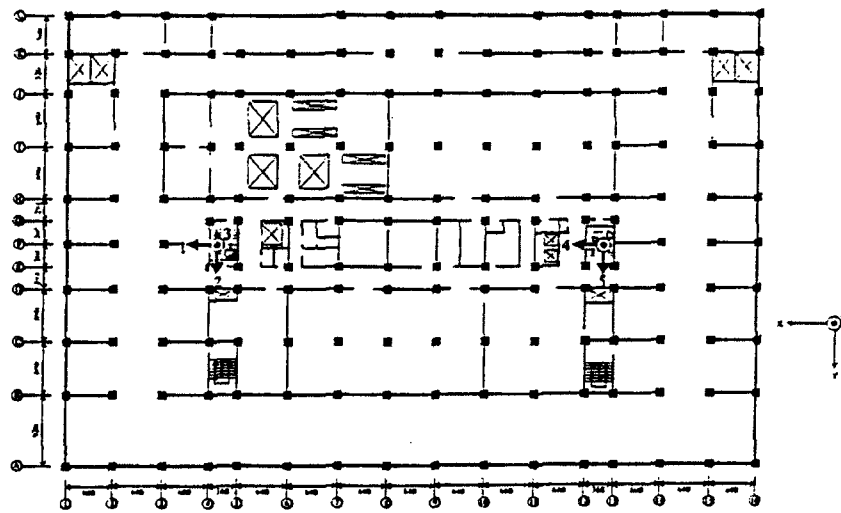


圖2-9 台電大樓建築立面圖

主樓地下室三樓建築平面圖 (長度單位：公分 原始比例尺：1/400)



主樓頂樓建築平面圖 (長度單位：公分 原始比例尺：1/200)

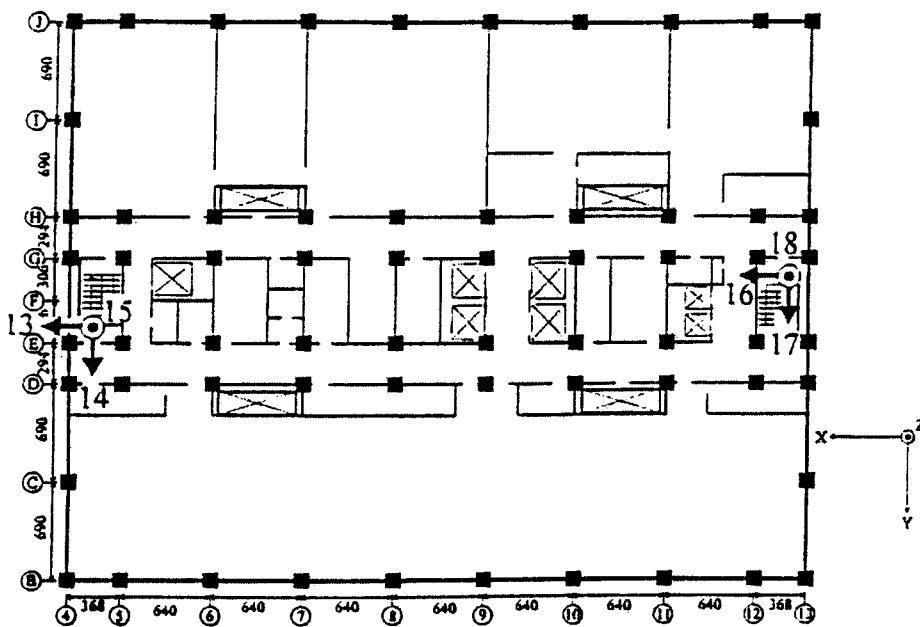


圖2-10 台電大樓強震裝置平面圖

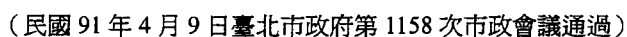
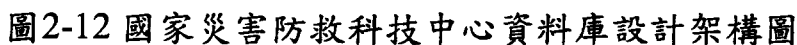


圖2-11 臺北市政府災害防救委員會組織架構圖



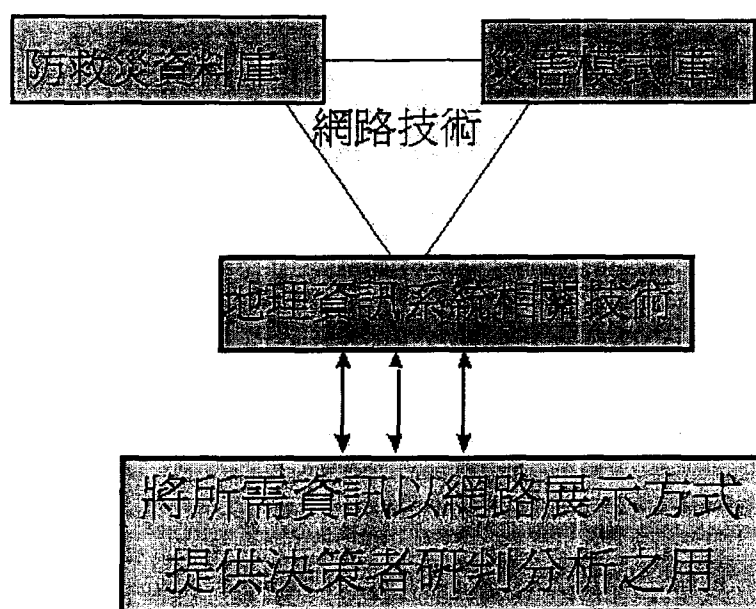


圖2-13 防災應變決策支援系統概念架構

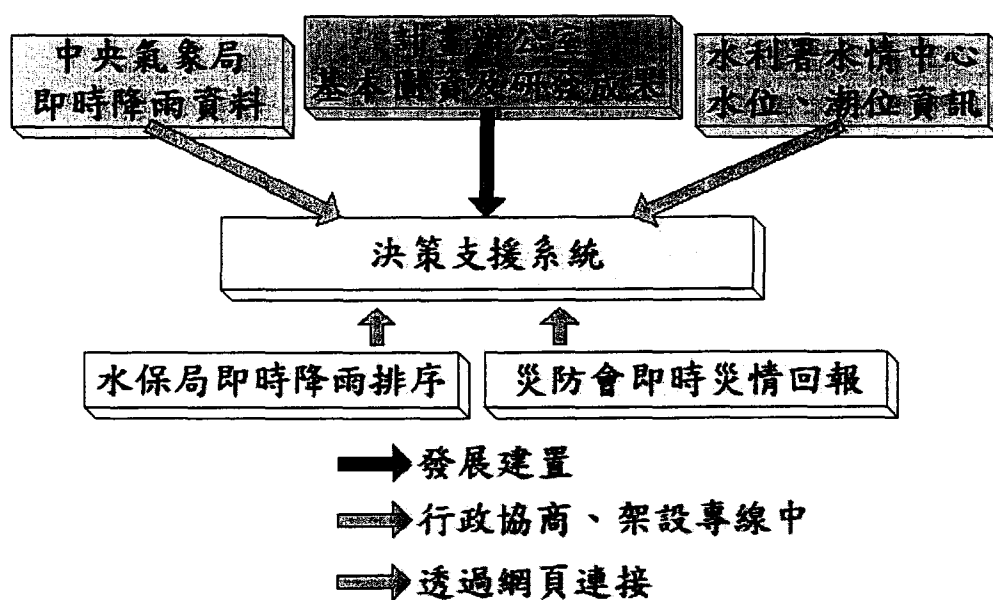


圖2-14 防災應變決策支援系統資料來源

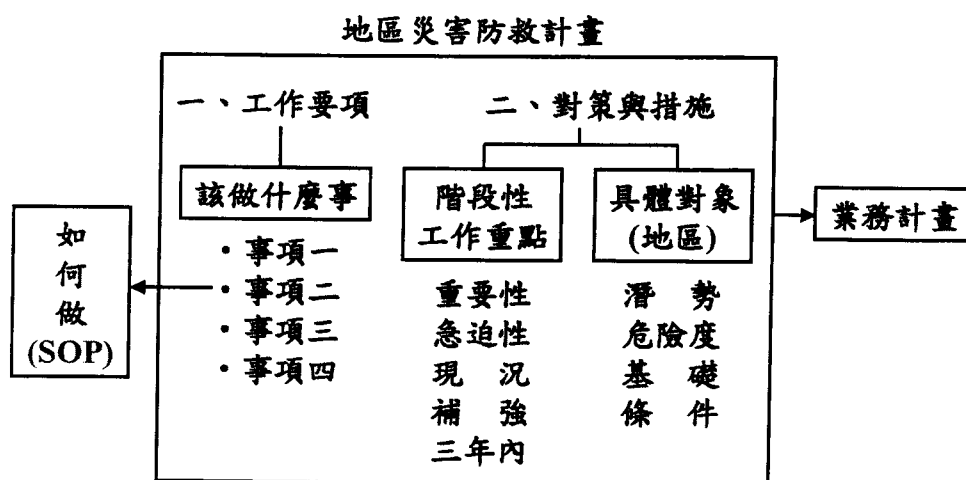


圖2-15 示範區災害防救計畫研擬概念圖

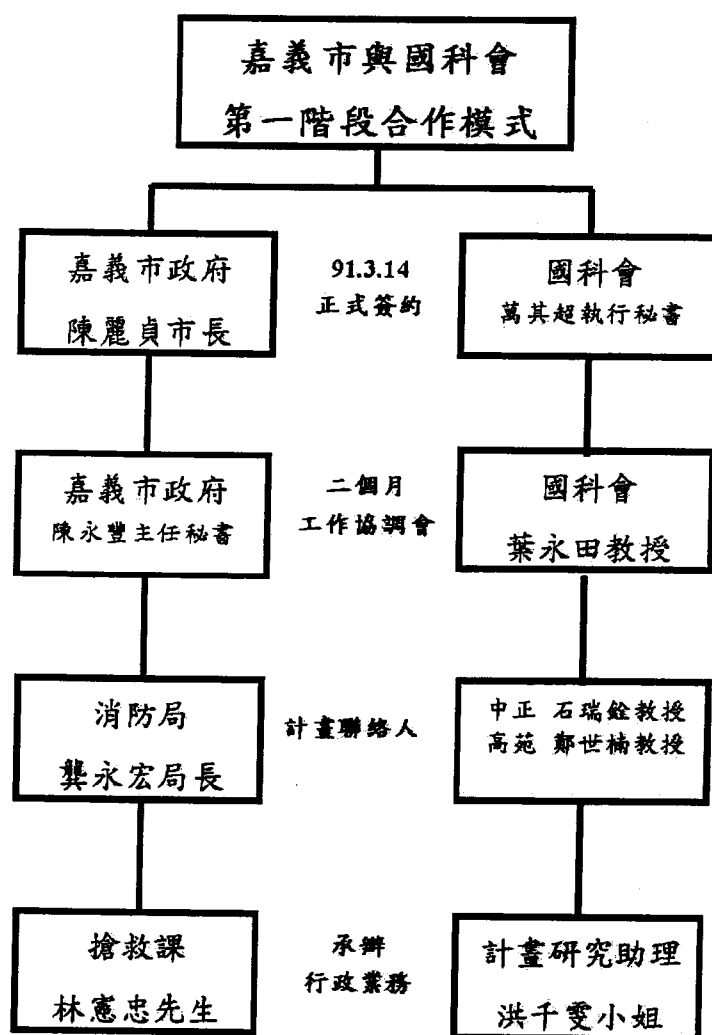


圖2-16 嘉義市與國科會防救災示範計畫第一階段合作模式

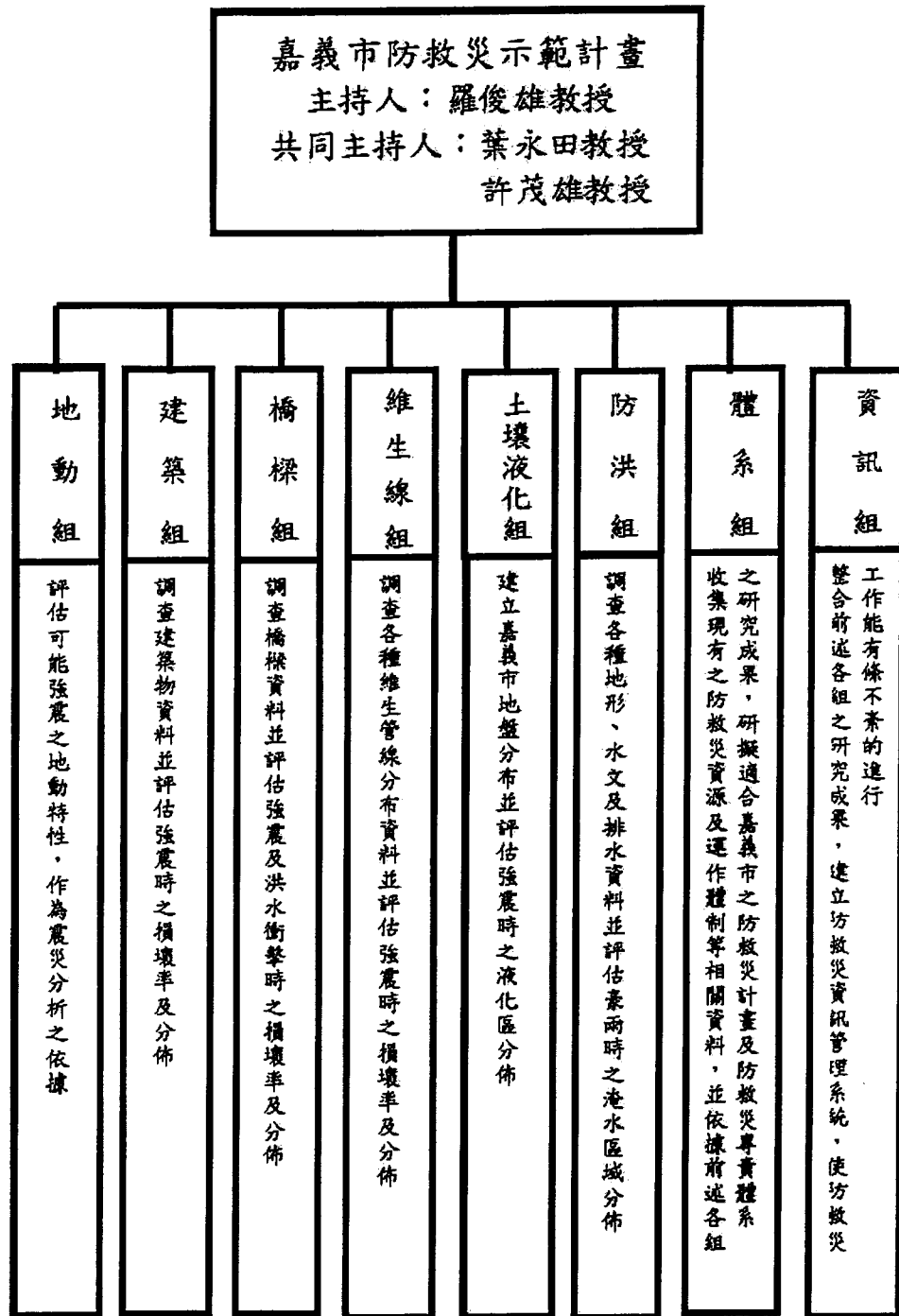


圖2-17 嘉義市防救災示範計畫工作分組

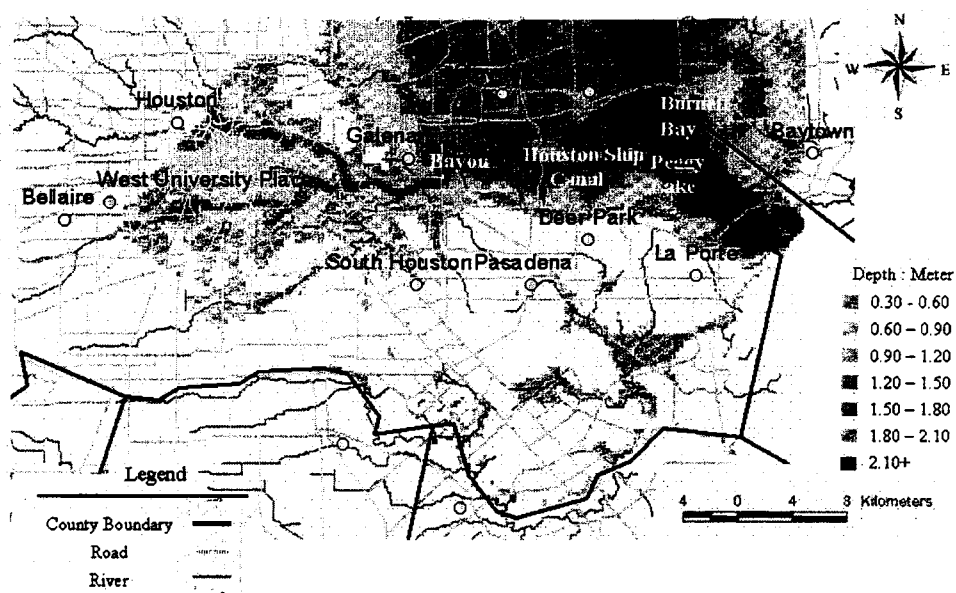


圖2-18 哈里斯郡淹水潛勢圖（150 公厘/日）

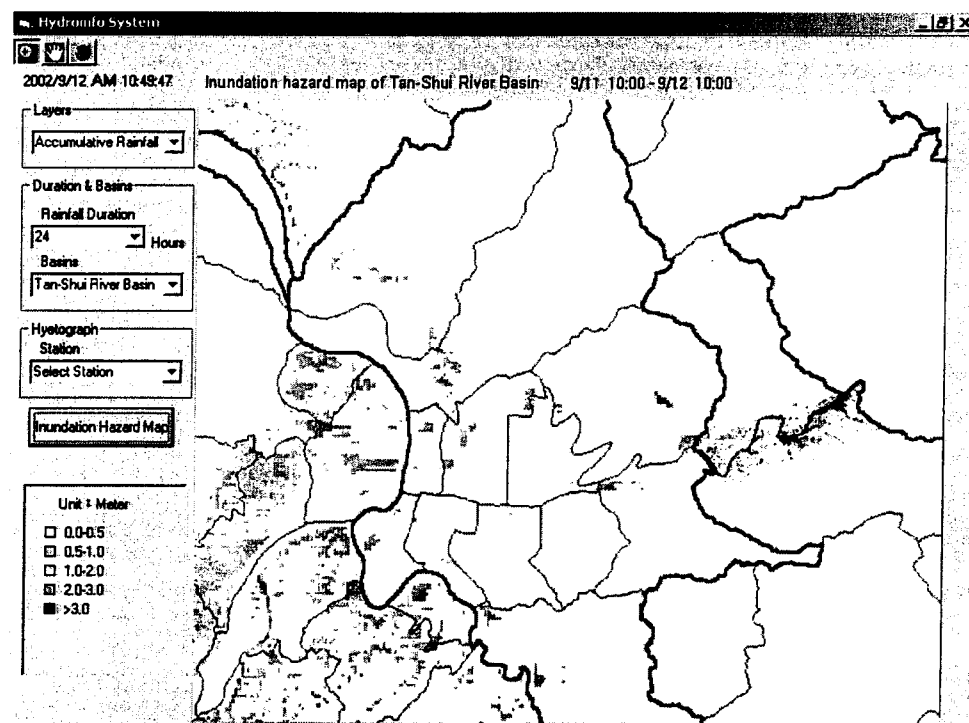


圖2-19 淡水河流域淹水潛勢圖

第二期防災國家型科技計畫
計畫辦公室設置與運作計畫(II) - 2

2003 美國、日本災害防救研究單位
參訪與合作研究協商報告

October 31, 2003

防災國家型科技計畫九十一年度成果報告

2003 美國、日本災害防救研究單位

參訪與合作研究協商報告

羅俊雄：國家災害防救科技中心主任
防災國家型科技計畫總主持人

陳亮全：台灣大學建築與城鄉研究所副教授
國家災害防救科技中心副主任
防災國家型科技計畫共同主持人

李清勝：台灣大學大氣科學學系教授
防災國家型科技計畫氣象研究群召集人

許銘熙：台灣大學生工系系主任
防災國家型科技計畫洪旱研究群召集人

溫國樑：中央大學應用地質研究所所長
防災國家型科技計畫地震研究群召集人

蕭代基：中央研究院經濟研究所研究員
防災國家型科技計畫社會與經濟研究群召集人

何興亞：台灣大學水工試驗所技正
國家災害防救科技中心執行秘書
防災國家型科技計畫執行秘書

李文正：防災國家型科技計畫博士後研究員

目 錄

目錄.....	i
第一章 前言.....	1
第二章 行程與成員.....	3
2.1 行程.....	3
2.2 成員.....	4
第三章 參訪記要.....	5
3.1 休士頓大學結構研究實驗室.....	5
3.2 德州農工大學土木系.....	7
3.3 德州農工大學減災與復建研究中心.....	9
3.4 德州農工大學海岸工程實驗室.....	11
3.5 德州農工大學近岸技術研究中心.....	13
3.6 美國德州運輸學會運輸監控中心.....	14
3.7 美國德州搜救小組與消防訓練學校.....	15
3.8 京都大學防災研究所.....	17
3.9 防災科學技術研究所—實體三次元震動破壞實驗設施....	20
3.10 阪神・淡路大震災紀念—人與防災未來中心.....	21
第四章 心得與建議.....	25
第五章 未來合作方向.....	29
謝誌.....	31
參訪照片.....	33
參訪簡報.....	67

第一章 前言

台灣的氣候與地理環境特殊，天然災害頻頻發生，每每導致嚴重的人民生命財產的傷害與損失，社會各界對於災害的問題一向非常關心。政府相關部門也都很重視災害防治工作，歷年來投入相當多的人力與財力於防救災業務上，防災科技研究活動亦逐年增多。近年來，人民水準提昇，對保護生命財產安全的要求逐漸提高。

民國八十九年七月公布實施之「災害防救法」第七條規定：「為執行中央災害防救會報核定之災害防救政策，推動重大災害防救任務與措施，行政院設災害防救委員會，……。為提供災害防救工作之相關諮詢，加速災害防救科技研發與落實，強化災害防救政策與措施，行政院災害防救委員會設災害防救專家諮詢委員會，並得設災害防救科技中心」。

由於行政院災害防救委員會為災害防救法通過後，新設立之行政院任務編組單位，其業務龐雜，運作人力相對不足，難以有效推動相關科技研發工作。而國科會自七十一年八月起，持續推動大型「防災科技研究計畫」，於七十九年設置國家地震工程研究中心，並自八十六年十一月起推動防災國家型科技計畫，已建立災害防救科技研發工作之良好運作機制。因而，九十一年一月十六日中央災害防救會報第三次會議決議：「請國科會主委邀請人事行政局及主計處等單位協商籌設災害防救科技中心相關事宜，並請本院災害防救委員會執行長協助。」

國科會邀集專家學者與相關單位代表共同籌劃災害防救科技中心，於九十二年三月十七日行政院災害防救委員第十三次委員會議通過「國家災害防救科技中心設置計畫設置要點(草案)」與「國家災害防

救科技中心設置計畫(草案)」，行政院復於九十二年五月十五日函頒「國家災害防救科技中心設置計畫設置要點」。

國科會依照行政院函頒之「國家災害防救科技中心設置計畫設置要點」進行組織釐訂與人事安排，並由魏主任委員哲和於九十二年七月十五日召開行政院災害防救專家諮詢委員會九十二年度第一次委員會議中，正式宣佈成立國家災害防救科技中心(NCDR, National Science and Technology Center for Disaster Reduction)，此中心除了擔負防災國家型科技計畫之「研發推動」工作，並透過行政院災害防救委員會運作體制，加強災害防救科技研究成果之「技術移轉」與「落實應用」相關工作，使研發與實務工作密切結合，提昇社會整體抗災能力。

由於防救災相關政策與措施，必須以堅實的科技研發為基礎，始可掌握正確方向，有效運用有限資源，發揮減災實效。為瞭解國際防災科技研發相關工作之推展情形，並汲取有關經驗。九十二年八月二日～十日，國科會、國家災害防救科技中心與教育部顧問室相關人員前往美國休士頓大學結構研究實驗室、德州農工大學(TAMU)、德州運輸學會運輸監控中心、搜救小組與消防訓練學校，以及日本京都大學防災研究所、防災科學技術研究所—實體三次元震動破壞實驗設施、阪神・淡路大震災紀念—人與防災未來中心等單位參訪，並協商合作事宜。

此次參訪活動，除了詳予瞭解美國與日本災害防救相關研發與工作推展情形，亦蒐集了相當豐富的資料，可供我國推動災害防救研究與實務工作參考。同時，藉由此次參訪，國家災害防救科技中心與美國、日本之災害防救相關研究單位進一步建立了良好的互動關係，對於日後的合作與交流助益甚大。

第二章 行程與成員

2.1 行程

日 期	行 程
8 月 02 日(星期六)	台北(中正機場)→底特律(DTW) →休士頓 Geo Bush 國際機場
8 月 03 日(星期日)	參訪美國德州休士頓大學地震工程實驗室
8 月 04 日(星期一)	上午：國家災害防救科技中心、美國德州農工 大學防災中心及土木系等單位互相介 紹防災相關研究成果與未來研發重點 下午：分組討論(分地震工程、颱洪防治、體 系與社經等三組)
8 月 05 日(星期二)	上午：參訪德州農工大學海岸工程研究中心與 實驗室、運輸監控中心、TAMU/TEEX 消防訓練學校等單位 下午：綜合討論合作研究事宜
8 月 06 日(星期三)	休士頓 Geo Bush 國際機場→底特律(DTW) →日本大阪關西(KIX)
8 月 07 日(星期四)	
8 月 08 日(星期五)	參訪日本京都大學防災研究所及協商合作事 宜
8 月 09 日(星期六)	上午：參訪日本防災科學技術研究所「實體三 次元震動破壞實驗設施」 下午：參訪日本神戶人與防災未來館
8 月 10 日(星期日)	日本大阪關西(KIX)→台北(中正機場)

2.2 成員

姓 名	職 稱
羅俊雄	國家地震工程研究中心主任 國家災害防救科技中心主任
陳亮全	國家災害防救科技中心副主任
魏良榮	國科會永續會副執行秘書
李清勝	國家災害防救科技中心氣象組召集人
許銘熙	國家災害防救科技中心洪旱組召集人
蕭代基	國家災害防救科技中心社會與經濟組召集人
溫國樑	防災國家型科技計畫地震組共同召集人
許健智	國家地震工程研究中心行政組組長 國家災害防救科技中心行政組組長
何興亞	國家災害防救科技中心執行秘書
李文正	國家災害防救科技中心博士後研究員
賴美如	國家災害防救科技中心研究助理
金玉堅	教育部顧問室研究員

第三章 參訪記要

本次參訪活動前往單位包括：美國休士頓大學結構研究實驗室與德州農工大學土木系、減災與復建研究中心、海岸工程實驗室、近岸技術研究中心、美國德州運輸學會運輸監控中心、美國德州搜救小組與消防訓練學校，以及日本「京都大學防災研究所」、「防災科學技術研究所—實體三次元震動破壞實驗設施」、「阪神・淡路大震災紀念—人與防災未來中心」等單位，參訪過程中，與多位教授、研究人員就災害防救及其相關課題的研究與實務工作進行交流，收穫良多，獲取不少值得吾人參考之經驗。此行參訪重要照片，示於附錄，行程記要如下。

3.1 休士頓大學結構研究實驗室

八月三日上午，參訪團成員來到休士頓大學結構研究實驗室，由台灣旅美教授莫詒隆博士接待。莫教授說明該結構研究實驗室所努力追求之目標，就如同國際橋樑及結構工程協會之定義—結構工程是一種科學、規劃及設計的藝術，並從工程技術、經濟、環工及社會變遷觀點，進行結構物之營建、使用、監測、評估及維護，並對老舊或受損結構物進行復舊、補強、或破壞及拆除。為配合上述目標，目前休士頓大學結構工程的研究重點，專注於混凝土及鋼結構的大型實驗，此外並配合實驗進行相關的數值及理論研究。

結構研究實驗室位於休士頓大學的南公園校區內，主要設施超過2百萬美元，其中包括 30 呎×60 呎、20 呎×60 呎的強力樓版(strong floor)、樓房建築以及實驗設備，相關的主要設備有雙軸向材料疲勞實驗機器(biaxial fatigue testing machine)、2.5 百萬磅的 MTS 測試系統以

及通用牆板測試器(universal panel tester)，且該通用牆板測試器可用來執行雙軸或三軸向的相關實驗，不僅為美國僅有的這類型器材，而且是目前世界上最多用途之三軸向的實驗器材。同時，該實驗也俱有完善的焊接、混凝土澆鑄等技術與設施，此外亦提供相當空間給學校教職員及學生做為辦公、研究及討論的會議室。

從 1983 年創立以來，該實驗室已為美國國家研究基金會(National Research Foundation)及德州交通運輸部(Department of Transportation)執行多項計畫，金額超過 2 百萬美元，並獲得許多具體成效，並有多項的研發成果，深受美國國內及國際間的注目。例如該實驗室目前持續正在執行的一些較特殊計畫，包括：

- (1)橋樑(Bridge Girder)加金屬面版側向支撐(Lateral Bracing)之研究。
- (2)梯形樑(Trapezoidal Box Girder)橋斜向支撐(Skewed Support)之研究。
- (3)彎曲 T 型接頭(Inverted T Bent Cap)新設計方法之研究。
- (4)建立類神經網路(Neural Network)於預力混凝土橋樑之震後安全評估方法。

八月四日上午，參訪團成員來到德州農工大學建築學院，由院長 Regan, J. Thomas 等接待，隨後由羅俊雄主任介紹國家災害防救科技中心近況，德州農工大學土木系教授 Paul Roschke 介紹土木系概況，及德州農工大學減災與復建研究中心主任 Mike Lindell 就 HRRC 的重點特色進行介紹。

3.2 德州農工大學土木系

德州農工大學土木系已有 124 年歷史(成立於 1879 年)，現有學生 1,550 位，大學部 1,190 位、研究生 360 位；現有教授 21 名、副教授 29 名、講師 9 名，其研究領域涵蓋海洋工程、營建工程與管理、環境工程、大地工程、材料工程、海洋工程、結構工程、運輸工程及水資源工程，各領域之研究重點如下：

(1) 海洋工程

- 流體力學、紊流及泥沙傳輸
- 疏浚技術、海灘養育
- 海岸構造

(2) 營建工程與管理

- 計畫管理、流程模型建構
- 推測模擬、資訊技術

(3) 環境工程

- 危險廢棄物/復育、自然環境系統
- 水/廢水、環境管理、地下污染物傳輸

(4) 大地工程

- 土壤力學、數值模擬

- 沖刷、土壤－結構物交互作用

(5)材料工程

- 再利用材料、營建材料
- 結構內部腐蝕、鋪築材料評估

(6)海洋工程

- 流體力學、計算流體動力學
- 波浪動力學、流體－結構物交互作用
- 遙測

(7)結構工程

- 地震和風實驗、振動及控制
- 風險及可靠度分析、近岸結構
- 古蹟維護

(8)運輸工程

- 規劃和模擬、交通管理與控制
- 公路運輸量、智慧系統
- 幾何設計

(9)水資源工程

- 水資源規劃與管理
- 水文學、水力學
- 遙測、永續性

為支援協助上述各領域之研究重點，該土木系亦在外圍成立十個研究中心，包括：建築設計及建造中心(The Center for Building Design & Construction)、挖泥研究中心(The Center for Dredging Studies)、公共建設工程中心(The Center for Infrastructure Engineering)、永續給水系統中心(The Center for Sustainable Water Systems)、智慧運輸系統研究中心(Intelligent Transportation System Research Center)、國際粒料研究中心(The International Center for Aggregates Research)、近岸技術研究中心(Offshore Technology Research Center)、沖刷基金會(Scour of Foundations)、美國西南部地區大學運輸中心(Southwest Region University Transportation Center)及美國德州運輸學會(Texas Transportation Institute)。

Paul Roschke 教授指出，該系經常透過國際合作方式，跟其他國家交換學生、研究心得交流，例如該系結構工程組學生即多次到台灣的國家地震工程研究中心(National Center Research for Earthquake Engineering，簡稱 NCREE)，進行結構耐震相關實驗及研究經驗交流，1999 年 921 集集大地震後，更多次前來台灣蒐集研究相關資料。

3.3 德州農工大學減災與復建研究中心

TAMU 的減災與復建研究中心成立於 1988 年，中心研究人員致力於減災、整備、應變及復建等相關課題的研究，涵蓋天然災害(natural disasters)及技術災害(technological disasters)兩大範疇。天然災害包括洪

水、暴風雨、地震、龍捲風及乾旱等，而技術災害則包括化學工廠事故、交通事故、危險物品及維生線(如水、電、電話…)失敗等。

該中心為全世界兩個聯合國人道主義事務協調辦公室(United Nations—Office for the Coordination of Humanitarian Affairs，簡稱 UN-OCHA)的合作研究中心之一，協助 UN-OCHA 從事研究與諮詢工作，特別注重各國的國家防災計畫及其對未來發展的關係。HRRC 的研究人員具跨領域性質，其專長涵蓋建築、規劃、社會、政策分析、及工程等，中心之具體任務為：

- (1) 更深瞭解天然與技術災害對人類及環境的影響，以增進減災、整備、應變與復建等防災工作之能力。
- (2) 藉由加強研究生培訓、教員培植及教育投入，以擴大防災研究社群。
- (3) 將防災研發成果擴散至研究社群及專業人士，以加強落實於防災實務。
- (4) 對各層次負責防災機構提供協助與諮詢。

Mike Lindell 主任提到該中心在過去三年(2000/7~2003/7)，透過台美合作的方式，比較台灣與美國兩個國家社區民眾對於災害認知的異同，同時參考美國在社區防災推動的經驗，嘗試在台灣透過環境學習的行動研究過程，建立適用於台灣社區的災害防救課程、方法及教材等，並要掌握社區災害防救學習如何落實於緊急應變之決策與運用中。此外，亦參考 HRRC 淹水模式與圖像式操作界面、淹水災害避難系統相關研究等研發經驗，強化台灣防災國家型科技計畫辦公室(National Science and Technology Program for Hazards Mitigation，簡稱

NAPHM)所積極推動之淹水災害境況演練與淹水損失評估及展示系統。

3.4 德州農工大學海岸工程實驗室

八月五日上午，參訪團成員在 TAMU 土木系 Paul Roschke 教授的引領下，參觀了海岸工程實驗室、近岸技術研究中心及美國德州運輸學會—運輸監控設施。海岸工程實驗室於 2002 年秋天正式啟用，總建造經費約 5 百萬美元。由 TAMU 土木系海洋工程計畫負責，提供接近 100 位大學生及 40 位研究生進行試驗研究，現有設施包括：

- (1)長玻璃風浪箱：寬 3 呎、長 115 呎、深 4 呎，具有隨意調整高度之波浪產生器，3 呎水深可製造 10 吋波高。
- (2)大淺水坡引水槽(flume)：寬 32 呎、長 86 呎、深 2.5 呎，有潛水型波浪產生器、可拖曳的移動臺架(最大速度可達 6 呎/秒)，可產生最大流量 1.5 立方呎/秒。
- (3)二個可調整坡度之明渠水槽：大水槽(寬 2 呎、長 150 呎、深 4 呎)可測量最大流量 25 立方呎/秒，小水槽(寬 8 吋、長 45 呎、深 14 吋)可測量最大流量 1.5 立方呎/秒。
- (4)寬大的拖曳/疏浚箱(tow/dredge tank)：寬 12 呎、深 10 呎(含 5 呎的泥沙)、長 155 呎。
- (5)寬大的淺水波池：寬 75 呎、長 120 呎、深 4 呎。

上述 4、5 兩種設備均具有製造波浪(wave)和潮流(current)的功能。

此外，拖曳/疏浚箱系統有滑動臺架、疏浚馬達、階梯和切割頭等設備。

目前利用上述設施進行的研究計畫，包括：

- (1) 應用高階邊界元素法(Higher-order Boundary-Element Method)模擬三維波浪。
- (2) 深水船舶豎板(marine risers)之衍射(diffraction)和幅射(Radiation)問題分析。
- (3) 從事船舶與潛體流體動力之試驗研究
- (4) 港灣流體動力學和水質。
- (5) 不規則波之運動學及動力學。
- (6) 雷射都卜勒風速計(Laser Doppler Anemometer, LDA)量測波浪運動學。
- (7) 液體攪動(Sloshing)非線性分析。
- (8) 短長表面水波間之非線性互動(Interactions)。
- (9) 海岸泥沙傳輸。
- (10) 海岸潮汐動力學。
- (11) 海岸區域管理。

3.5 德州農工大學近岸技術研究中心

近岸技術研究中心成立於 1988 年，是美國國家科學基金會 (National Science Foundation, 簡稱 NSF) 工程研究中心資助近岸石油及天然氣工業的前身，由德州農工大學和奧斯汀德州大學聯合營運。目前有大概 26 位研究員，分佈在這二個校區的幾個系所，主要進行下列四個研究領域：漂浮結構 (Floating Structures, <http://otrc.tamu.edu/Pages/flstruct.htm>)、豎板及停船處材料 (Risers and Moorings, Materials, <http://otrc.tamu.edu/Pages/risers.htm>)、海底工程 (Seafloor Engineering, <http://otrc.tamu.edu/Pages/seafloor.htm>) 和海底下系統 (Subsea Systems, <http://otrc.tamu.edu/Pages/subsea.htm>)。過去幾年，在墨西哥海灣大陸(斜)坡深水處(6,000~10,000 呎)所發現的豐富石油及天然氣儲藏量，即由 OTRC 扮演極重要的角色。

OTRC 模型水池(寬 100 呎、長 150 呎、深 19 呎)具有模擬大尺度的風、波浪及水流在固定、漂浮結構物效果。模型水池寬 100 呎、長 150 呎、深 19 呎，在水池中央有一深 55 呎之窪坑，設備有 48 個單獨槳、可產生多樣化波浪(包括單向、多向、規則及不規則)之造波機、16 座充滿活力之控制風扇(可從任何方向產生規定的陣風條件)、資料截取系統(可接收 96 個水道資訊)。目前進行的研究計畫，包括：

- (1) 激烈波(Extreme Wave)運動學和衝擊負荷。
- (2) 特大漂浮結構(Very Large Floating Structures, VLFS)之水彈性分析。
- (3) 深水結構之非線性反應。

(4) 順從平臺(Compliant Platforms)在多方向不規則海浪之非線性反應。

(5) 近岸防波堤(Breakwater)設計。

(6) 近岸輸油管(Pipelines)周圍沖刷研究。

(7) 大型漂浮物體之二次衍射潛能。

(8) 浸沒物體之波浪力量研究。

3.6 美國德州運輸學會運輸監控中心

美國德州運輸學會(TTI)是德州運輸部和鐵路委員會的一個官方研究代辦處，TTI 工作不但和許多州及聯邦機構有關，而且和私人企業亦有緊密關係，共同為改善運輸系統的安全與效率而努力。TTI 目前雇用 570 人—275 個專家、105 個支援職員和 190 個學生，約有 45 個專家擁有教授職位，屬於州級代辦機構亦是德州農工大學系統的成員之一。

TTI 專注於增加州經濟競爭力和改善德州人民生活品質，是美國最大大學附屬運輸研究機構，1950 年因德州公務部門的需要而成立，此後 TTI 逐漸擴展其領域到運輸—公路、空氣、水、鐵道和管道。透過實際應用程式的研究，TTI 幫助解決了一系列的運輸挑戰，例如經過十年研究，在公路領域—規劃、設計、建造、維護、安全和運轉等方面已有為數不少之成果，且實際上在德州的每一英哩道路，因 TTI 計畫所提供的一些觀點，而有正面的影響。透過研究、發明和技術移轉，TTI 幫助滿足明天的運輸需要。

TTI 實驗室和建築物是足夠且進步的，51,000 平方呎的建築房舍內，包括 Wisenbaker 工程研究中心(Wisenbaker Engineering Research Center，簡稱 WERC)、公路材料實驗室、混凝土實驗室和光譜分析實驗室。目前有下列研究設備：

- (1) 電腦資源(Computing Resources)：提供資料分析、報告準備、及圖形製作支援。
- (2) 駕駛模擬(Driving Simulator)/行人模擬(Pedestrian Simulator)
- (3) 水力學、沉降及侵蝕控制實驗室(Hydraulics, Sedimentation, and Erosion Control Laboratory)。
- (4) 圖書室：內有 2.5 百萬冊書籍及 4.7 百萬個微縮片。
- (5) 運輸連結研究中心(TransLink Research Center)。

3.7 美國德州搜救小組與消防訓練學校

美國德州搜救小組(TX-TF1)是一個城市搜查與援救反應隊，計畫在城市環境中對災害事件提供協助，著重於拯救因結構物倒塌或受空間限制之受難者，其有能力處理州及國家因地震、颶風、龍捲風、人為技術及恐怖主義等事件所造成之災害。

TX-TF1 是美國聯邦緊急事務管理總署(Federal Emergency Management Agency，簡稱 FEMA)底下 28 個國家城市搜救隊的其中一隊，由 210 個人員均分成 Haz-Mat 及 WMD(Weapons of Mass Destruction)技術人員(包括該州全體消防隊員及其他團體)三部份組成。每一個 70

人的搜救小組是更進一步分成二個小組，輪流在災害現場工作 12 小時。所有搜救小組成員必須充分地交叉訓練搜救技術，以保證確有能力完成搜救工作。

TX-TF1 是一個多方面訓練的組織，其主要訓練內容包含下列四個範疇：

- (1) 搜尋操作(Search operations)：自然的(Physical)、搜救犬(Canine)、電子操作能力(Electronic capabilities)。
- (2) 援救操作(Rescue operations)：木頭(Wood)、鋼鐵(Steel)、混凝土結構(Concrete structures)。
- (3) 精湛的醫學處理(Sophisticated medical treatment)：受傷害的搜救小組成員(Injured task force members)、陷於困境的受難者(Trapped victims)。
- (4) 搜救小組運作時之技術支援(Technical support for TF operations)：結構完善評估(Structural integrity assessments)、災害物質評估(Haz-Mat assessments)、大規模破壞的武器(Weapons of Mass Destruction，簡稱 WMD)、Liaison with heavy equipment operators。

在該消防訓練學校內，提供了一百多種的狀況想定，包括火車翻覆出軌、油罐車漏油、飛機失火、建築物倒塌、直昇機掉入樹林、瓦斯外漏等，供訓練者演練搜救技術。

3.8 京都大學防災研究所

京都大學防災研究所位於京都大學宇治校區，1951 年 4 月 1 日以「結合災害學理研究與應用研究」為目的，當時共成立三個研究部門，分別為：

- (1) 災害理工基礎研究（第一部門）
- (2) 水災防治總合研究（第二部門）
- (3) 地震、風災等減災總合研究（第三部門）

1996 年因阪神大地震之衝擊，以「結合災害學理研究與防災整合性研究」為目的，於 5 月 11 日將研究組織調整為 5 大研究部門及 6 大研究中心，並於 1997 年 4 月 1 日獲選為日本卓越研究機關（Center of Excellence），2002 年亦獲選通過 21 世紀 COE 計畫。目前京都大學防災研究所之相關研究領域分述包括：

(1) 研究部門

A. 總合防災研究部門

- 災害風險管理
- 防災社會構造
- 都市空間安全
- 自然、社會環境防災

B. 地震災害研究部門

- 強震動地震學
- 耐震基礎
- 構造物破壞
- 耐震結構

C. 地盤災害研究部門

- 地盤防災解析
- 山地災害環境
- 坡地災害
- 坡地保全

D. 水災研究部門

- 土砂淤積
- 洪水災害
- 都市耐水
- 海岸、海域災害

E. 大氣災害研究部門

- 災害氣候
- 暴風雨災害
- 耐風構造

(2)研究中心

A. 災害觀測實驗中心

- 災害水象
- 土砂環境
- 氣象海象
- 地震動

B. 地震預知研究中心

- 地震發生機制
- 地殼變動
- 地震活動
- 地震預知觀測
- 地震預知資訊
- 總合處理解析
- 即時地殼活動解析

C. 火山活動研究中心

- 火山噴火預知

D. 水資源研究中心

- 地球規模水文循環

- 都市、區域水文循環
- 區域水利用系統計畫

E. 巨災研究中心

- 巨災發生過程
- 災害資訊體系
- 減災體系

F. 坡地災害研究中心

- 坡地災害觀測

目前京都大學防災研究所之研究人力包括：教授 33 人、副教授 33 人、助教 35 人、技官 26 人、客座教授及研究員 9 人、COE 研究員 24 人、兼任研究員 32 人、研究助理及行政人員 71 人。

3.9 防災科學技術研究所—實體三次元震動破壞實驗設施

1995 年阪神大地震造成超過 6,400 人死亡，經濟損失高達 10 兆日圓以上，受到如此重大災害損失的衝擊，如何從災害教訓中檢討、學習，則成為阪神地震災後重建之重要課題。為探討直下型地震發生時建築結構物之安全性，文部科學省防災科學技術研究所在兵庫縣三木市之「三木震災紀念公園」中建置三維實體規模之地震震動台，欲藉由實體規模建築物的地震破壞實驗，了解結構物如何損壞、破壞程度、及受損原因等。

實體三次元震動破壞實驗設施特點包括：

- (1) 震動台大小 20 m×15 m，實驗最大載重 1200 公噸。
- (2) 可重現與實際地震規模之三維震動，最大加速度：水平方向 900 cm/s²，垂直方向 1500 cm/s²；最大位移：水平方向±100 cm，垂直方向±50 cm。
- (3) 目前全世界有紀錄的地震事件幾乎都可以進行實驗模擬。

防災科學技術研究所之實體三次元震動破壞實驗設施於 2000 年 1 月動工建造，預計於 2004 年底完工，將是目前全球最大的地震破壞震動台。2005 年啟用後，不僅日本國內研究單位可進行實驗，並提供其他國家進行地震破壞模擬實驗，將成為結合國際研究成果之重要設施。

3.10 阪神・淡路大震災紀念—人與防災未來中心

「人與防災未來中心」是 1995 年阪神大地震災後重建的重要設施之一，由阪神震災復興對策本部（重建委員會）與兵庫縣政府合資興建，及中央政府與地方政府合作推動之災後紀念設施。

「人與防災未來中心」設置之主要目的為保留阪神地震之教訓與經驗，並從生命關懷的角度推廣防災、減災的觀念與知識，主要功能包括：

(1) 調查研究：

聘任日本之災害專家學者共 10 人為兼任上級研究員，做為研究、調查、推動課題規劃之指導者，另聘專任研究員（目前 7 人）實際進行調查與研究工作。

(2) 人才培育：

經由實際調查研究的訓練，培養專任研究員成為災害對策之專家。另外，並以中央及地方政府之防災業務承辦人員為對象，舉辦防災相關研習會。

(3) 廣域支援：

當大規模災害發生時，派遣相關專家前往災害現場進行支援作業。

(4) 資訊交流中心：

以人與防災未來中心所在地之神戶東部新都心為中心，集結相關國內外防災機構，做為防災資訊之交流中心。並發行刊物（MIRAI）、舉辦國際研討會等。

(5) 展示機能：

將阪神大震災從發生到目前之重建狀況，以影像、實體資料、書面資料等方式公開展示，另提供防災相關資訊之網路查詢。

(6) 資料收集與保存：

將阪神大震災之相關書籍、資料、遺留物等分類保存。

「人與防災未來中心」之設施分為兩大部分：

(1) 「防災未來館」：

「人與防災未來中心」之第一期工程，於2002年4月完工啟用，具備展示、廣域支援、人才培育及調查研究等功能。

(2) 「人與未來館」:

「人與防災未來中心」之第二期工程，於 2003 年 4 月完工啟用，以尊重生命、與自然共生的概念，建置防災教育推廣之展示設施，並集合包括亞洲防災中心(ADRC)、聯合國任到問題調解事務所(OCHA)神戶分部、聯合國地區開發中心防災計畫兵庫事務所(UNCRD)、地震防災先端研究中心(EDM)、財團法人 21 世紀人道關懷研究機構、財團法人阪神・淡路大震災紀念協會等研究機構。

第四章 心得與建議

- (一)美國德州農工大學減災與復建研究中心(HRRC)成立才十餘年，發展卻相當快速，在減災、整備、應變及復建等方面的研究能量相當厚實。其跨領域的整合並將成果推廣落實到實務工作的做法值得我們學習，同時由於長期對州及郡縣政府進行防災體制的規劃研究，不但財源沒有問題，同時亦與地方政府建立良好的合作關係。國家災害防救科技中心之任務與功能均比 HRRC 更廣、更複雜也更艱鉅，然最終目的卻是一致的——建置並強化地方政府的防救災作業能力。
- (二)阪神大地震後日本政府加強推動災害防救科技研發與實務應用之相關工作。在中央政府方面，包括擔負研發任務之科學技術研究所、建築研究所、土木研究所等行政法人組織，以及國土交通省中設置國土總合技術研究所，負責整合各相關行政法人研究機構之研究成果，研擬跨部會之政策建議與施政策略；在地方政府方面，結合鄰近地區綜合大學之防災研究所（如阪神地區之京都大學防災研究所、神戶大學都市防災研究所等）、災害防救相關研究機構（如EDM、人與防災未來中心DRI等），透過災害防救相關研究領域大學教授之參與，進行地方政府災害防救實務人員之研發技術轉移、教育訓練等，實有助於提昇地方政府災害防救業務能力，並強化專業人才培訓，確實將研發成果應用於實務工作中。我國中央政府雖已設置災害防救委員會，但仍屬任務編組性質，地方政府推動整合性的災害防救工作仍屬起步階段。相關經驗，值得參考。
- (三)日本京都大學國際化的程度超出吾人想像，的確有傲人優勢致能獲

選為日本 Center of Excellence。國科會與教育部共同推動的卓越計畫，基本構想即是建立 Center of Excellence，推動至今，個別計畫的成效相當優異，但對於建立卓越中心之目標仍有相當大的距離，值得我們深思與檢討。

(四)日本曾經受到阪神大地震大規模破壞之神戶地區，災後歷經八年重建工作，除了整體都市設施、景觀之重建工作外，亦包括實體三次元震動破壞實驗設施之強化地震研究設施。為了保留阪神地震之教訓與經驗，在重建工程中，特別建置了人與防災未來中心、人與防災未來館，從生命關懷的角度推廣防災、減災的觀念與知識，以達到重視人命保護與愛護自然環境之教育目標。由這些措施之規劃推動與成果展現，可感受日本政府推動災後重建工作更深一層的努力與用心。

(五)神戶市人與防災未來中心、人與防災未來館之命名、設施、展示內容、導覽義工（經歷阪神地震經驗的當地居民）的安排上，均是以「人」（尤其是經歷阪神大震災之神戶人）的角度來傳達對於災害的恐懼感，以及如何透過災害經驗傳承、正確災害知識、認知的建立等，減低對於災害發生的恐懼，進而建立正面、積極面對災害的態度，來進行民眾參與的防災相關工作，以減少災害的破壞，以及與受災的神戶市一起重生，並將寶貴經驗傳承下去。此等以「人」為本的思維，導入災害防救工作的做法，值得借鏡。

(六)綜觀日本防災科技研究近年發展，個別領域的均很傑出，但整合則益形困難，本位主義的心態很難因應整體面的需求，此點也道出了未來國家災害防救科技中心未來可能面臨的挑戰，如何打破領域的藩籬是相當重要的課題。宜及早因應，結合協力機構的力量，建構

嚴密之防救災研發與支援網絡。

(七)防災教育宣導推廣極為重要，應與生活密切結合，並善加利用電腦網路相關技術與資源，製作生動影片與富趣味性之教學設施，以加強學習效果，持續推動。

(八)美國、日本學者專家，對我國近年能夠整合災害防救科技研發資源，統籌規劃推動相關研究工作，極為稱許。因為此等整合運作機制，在美國、日本尚未形成，且難度甚高。

(九)國家災害防救科技中心在我國災害防救之研發推動、技術支援、落實應用等工作上，扮演關鍵角色，亦勢必成為我國防救災領域國際合作交流之樞紐，應加強進行國際化相關之人員培訓與作業機制規劃等工作。

第五章 未來合作方向

(一)美國德州農工大學非常樂意與我方國家災害防救科技中心推動雙方的合作關係，包括及合作研究、資料分享及交換學生，初期可能合作課題如下：

- 利用 MM5 模式預測颱風及推估其可能降雨量，進而提昇整體預報技術。
- 降雨逕流及淹水模式結合運用。
- 採用裝置電流感應式流體阻尼器(MR-damper)之標準結構實驗模型，進行結構控制研究；建立電流感應式流體阻尼器之控制理論；交換性能設計法在地震工程相關領域之研究成果與資訊。
- 疏散損失、疏散意向、風險認知、行為與受體資料等調查；避難決策支援系統；疏散成本、災害損失與社會影響。

基本上此次合作洽商，在「點」上均有突破，然仍缺乏整體規劃，未來如何拿捏輕重，如何融入國家災害防救科技中心工作應慎重考量，不應陷入為”合作”而合作的迷思。應進一步研議，除合作內容外，並將可能需要之人力與經費一併考量，排定優先順序。

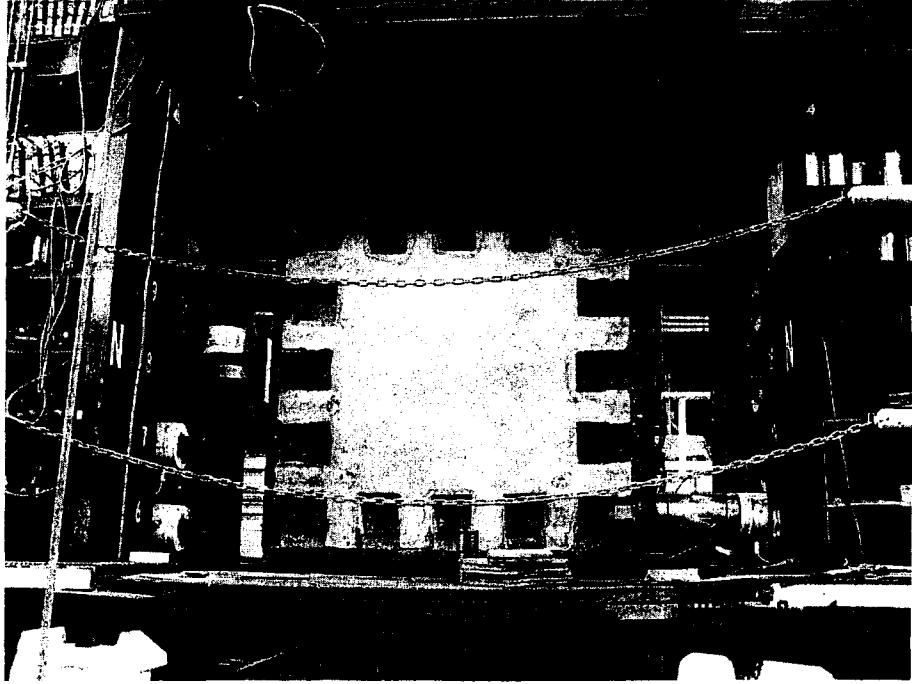
(二)美國科羅拉多大學防災研究中心近年均於每年 7 月的第二週，在 Boulder 舉辦防災研討會，並邀請國際相關研究單位與專家學者參加，且規模日益擴大。國家災害防救科技中心應透過適當管道與主辦單位聯繫，積極參加該研討會，以擴大國際交流與合作層面。

(三)日本京都大學防災研究所認為我方國家災害防救科技中心之層級較高，該研究所相當於一協力機構，暫未商定合作研究課題。經由討論及交換意見，建議考慮先行舉辦雙邊防災研討會，增進雙方互動，再進一步結合國際相關研究單位組成聯盟，加強國際合作與交流。

謝 誌

本次參訪活動，經由國科會駐 Houston 科技組楊組長樂靜與莊維明小姐悉心安排，楊組長全程陪同美國德州農工大學參訪行程與活動，過程非常順利、週到，收獲亦甚為豐富，特此謹致謝忱。

參訪照片



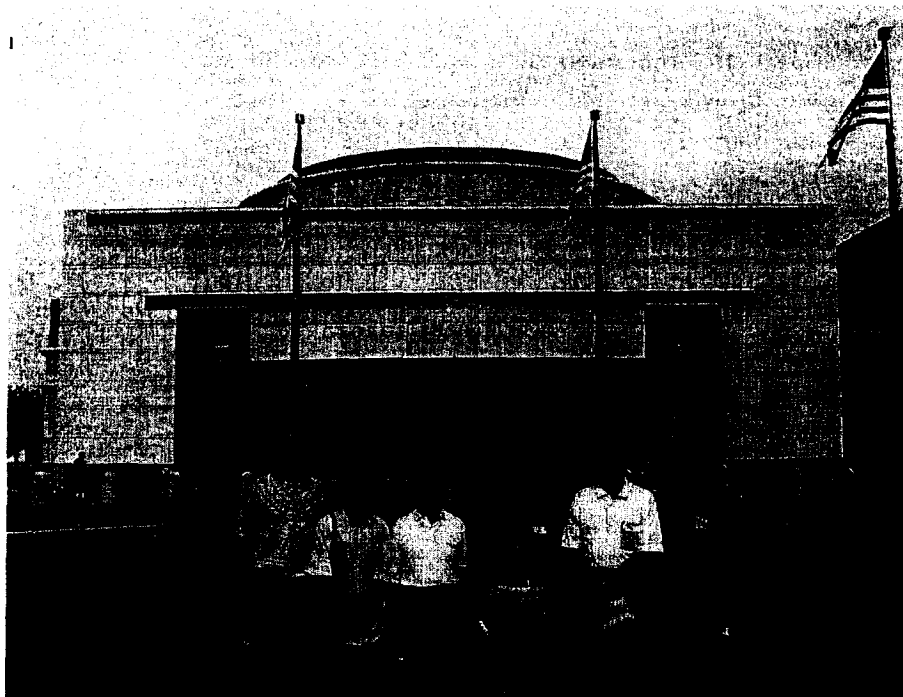
照片一 美國休士頓大學結構研究實驗室二軸向壓力實驗機



照片二 美國休士頓大學莫詒隆教授說明混凝土試體破壞試驗情形



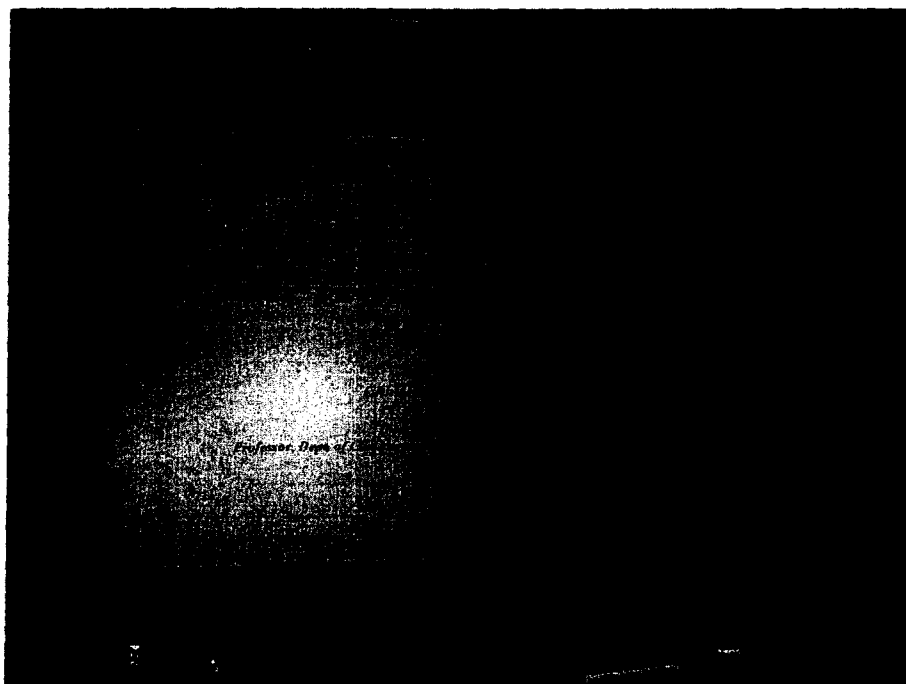
照片三 參訪人員與休士頓大學莫詒隆教授合影



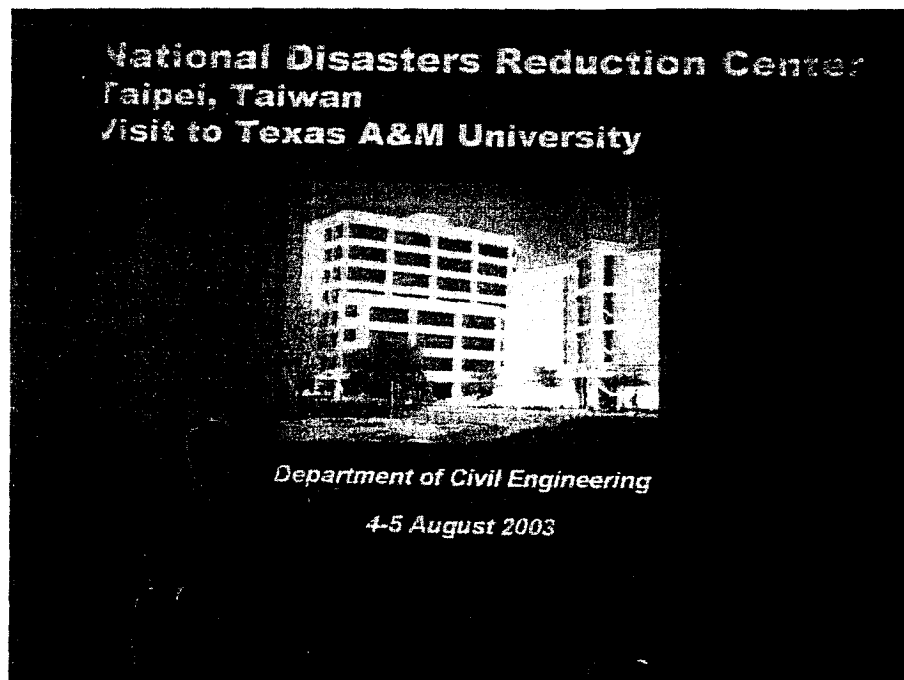
照片四 參訪人員在喬治布希博物館前合影



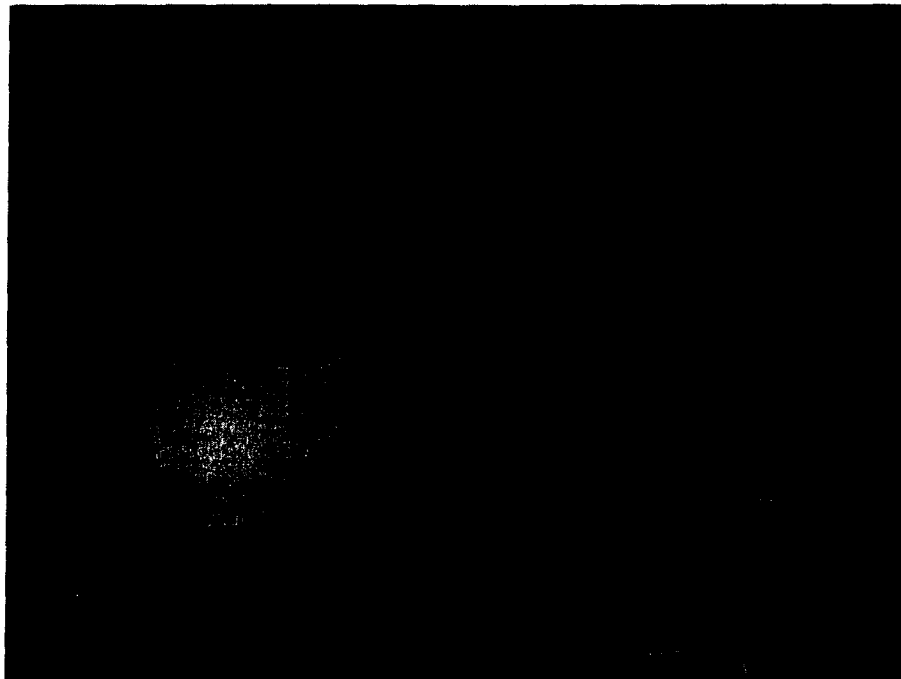
照片五 TAMU 建築與工程學院院長 Regan, J. Thomas 致歡迎詞



照片六 羅俊雄主任介紹國家災害防救科技中心



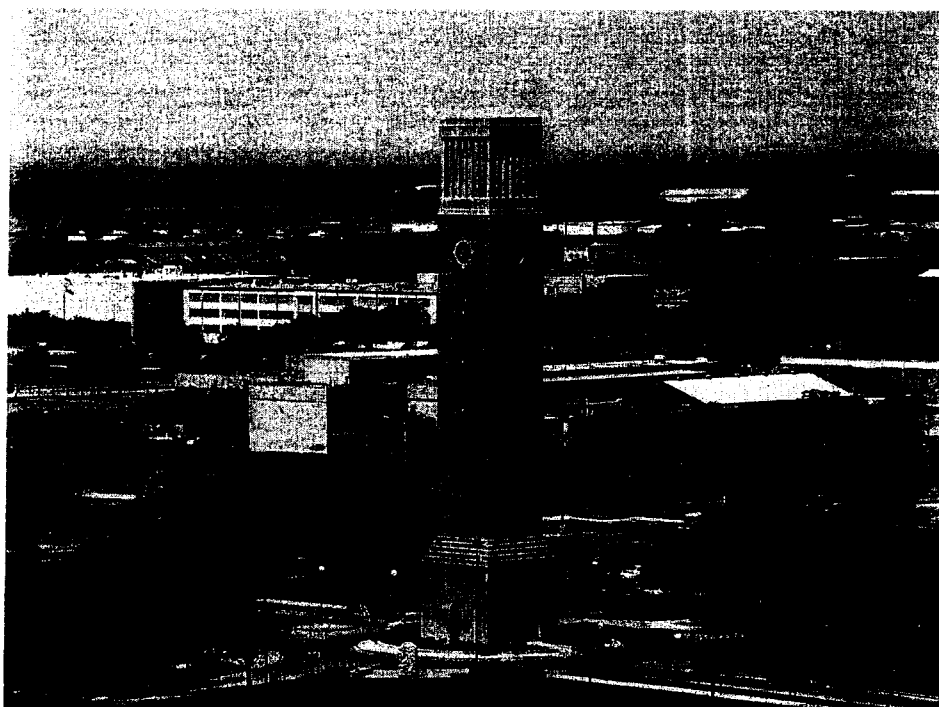
照片七 Prof. Paul Roschke 介紹 TAMU 土木系概況



照片八 Prof. Michael Lindell 介紹 TAMU/HRRC 進況



照片九 建築系館內擺設各式各樣建築設計海報



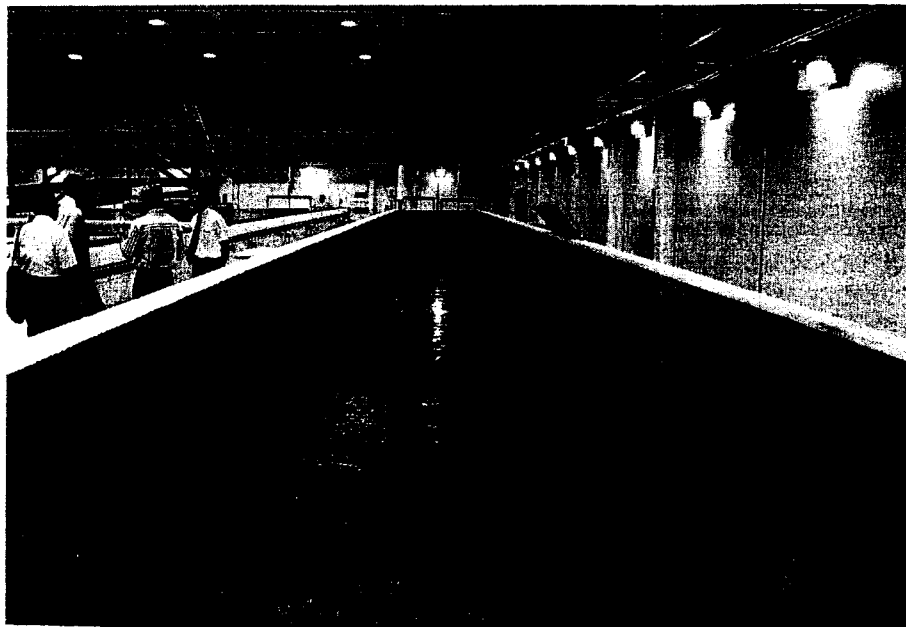
照片十 TAMU 校門



照片十一 許銘熙教授向 TAMU 土木系教授說明中心防洪研究成果



照片十二 TAMU 海岸工程實驗室（一）



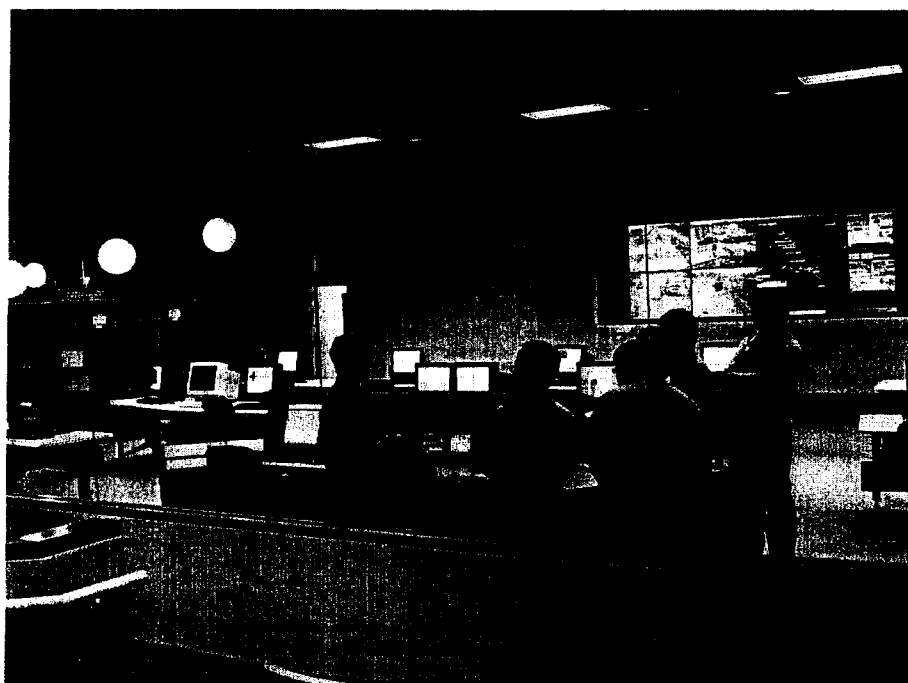
照片十三 參訪海岸工程實驗室（二）



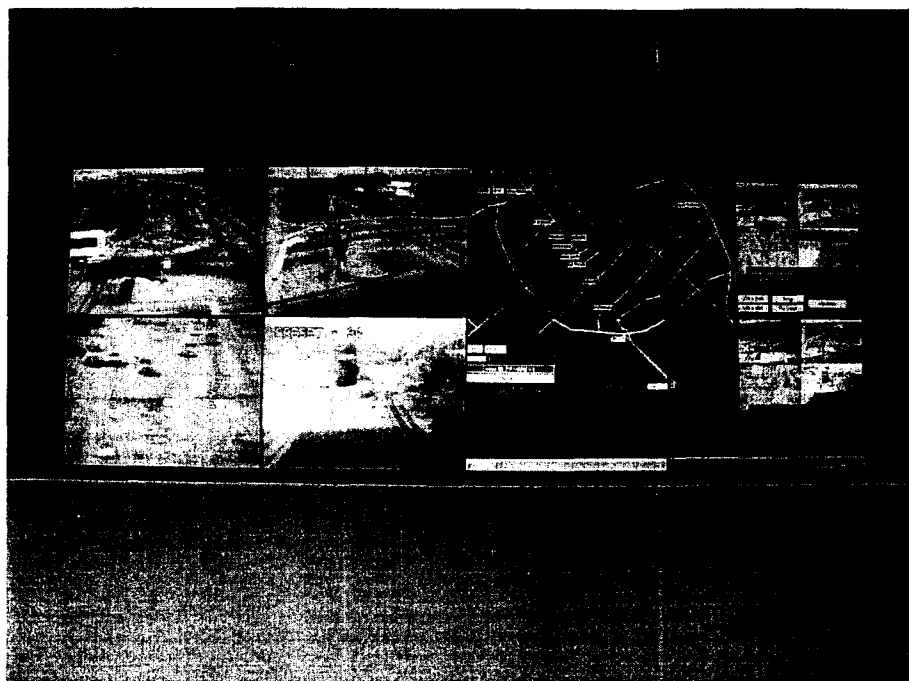
照片十四 參訪近岸技術研究中心



照片十五 TAMU 近岸技術研究中心試驗水池



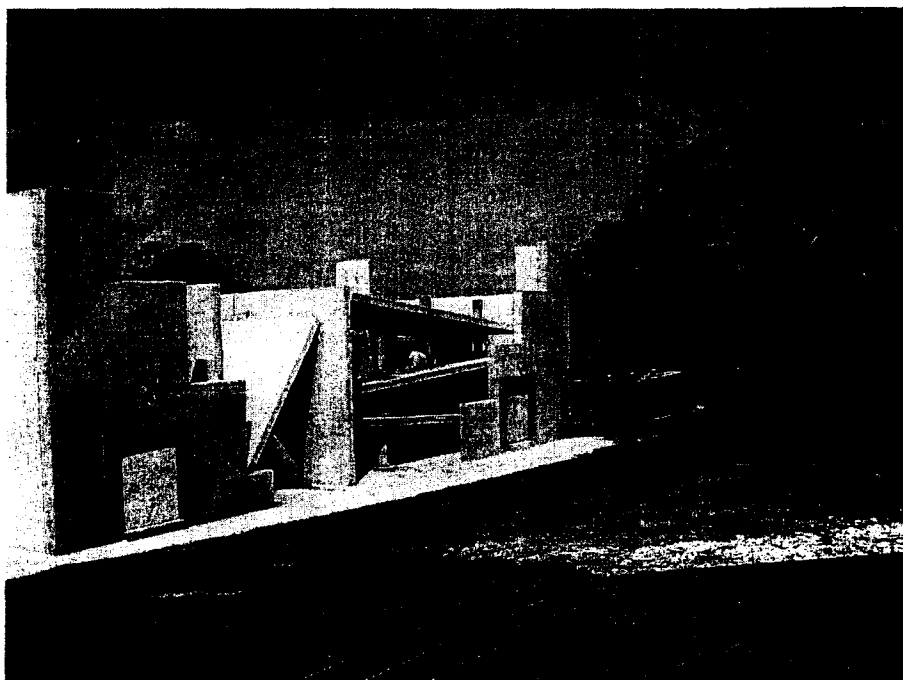
照片十六 參訪美國德州運輸監控中心



照片十七 運輸監控設施



照片十八 參訪美國德州特別小組與消防訓練設備



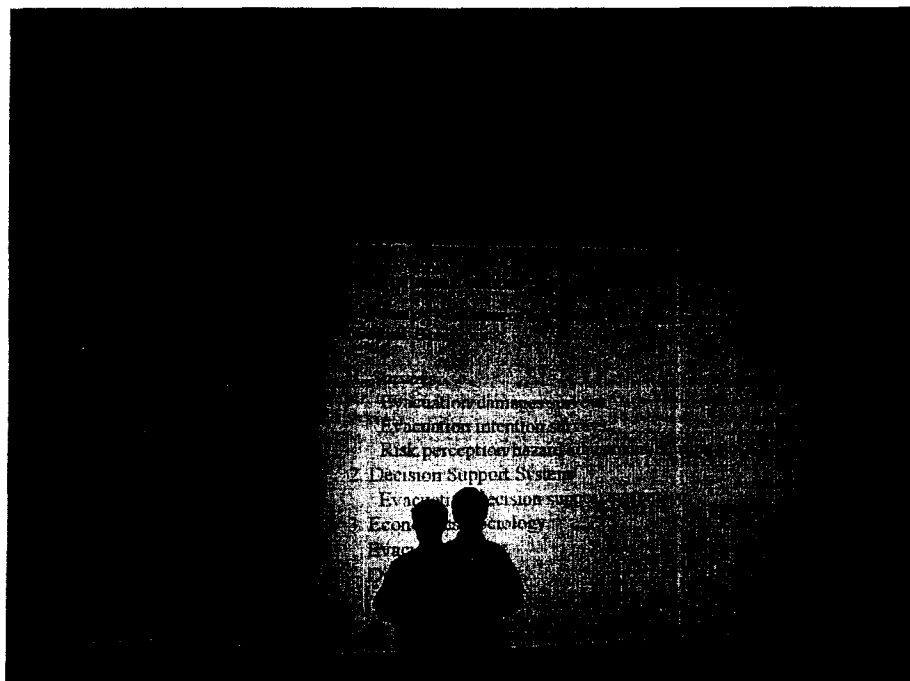
照片十九 建築物因地震倒塌之搜救訓練



照片二十 火車意外事故翻覆之搜救訓練



照片二十一 德州特別小組成員介紹搜救物質存放情形



照片二十二 Dr. Lindell 說明災害管理與社會經濟小組將來可能的合作方向



照片二十三 TAMU 和 NCDR 討論未來雙方可能的合作內容



照片二十四 參訪團成員與 TAMU 相關人員合影



照片二十五 與京都大學防災研究所教授交換名片



照片二十六 京都大學防災研究所河井教授簡報



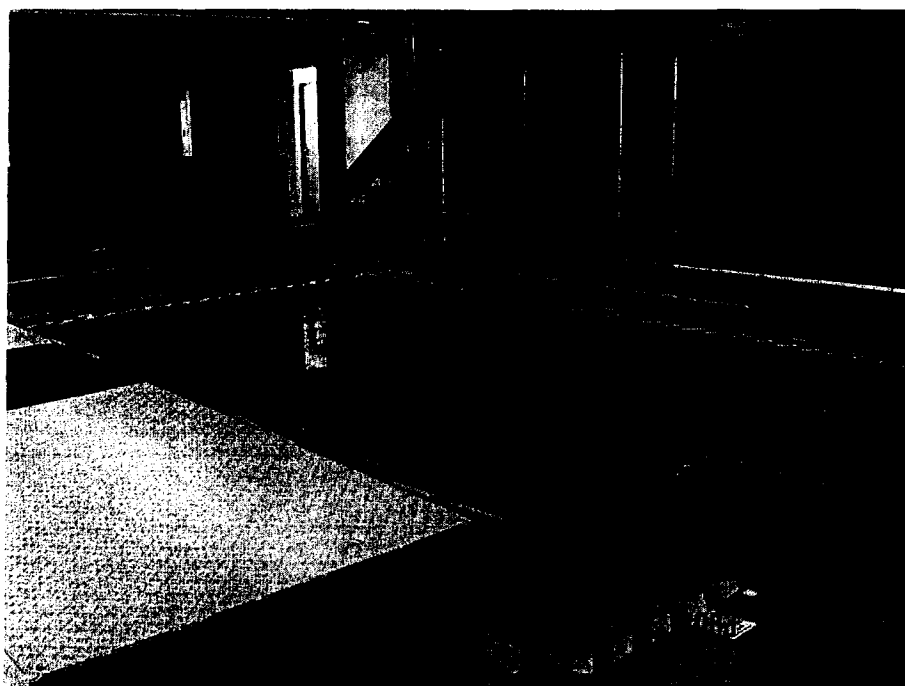
照片二十七 國家災害防救科技中心簡報



照片二十八 討論雙方未來合作議題



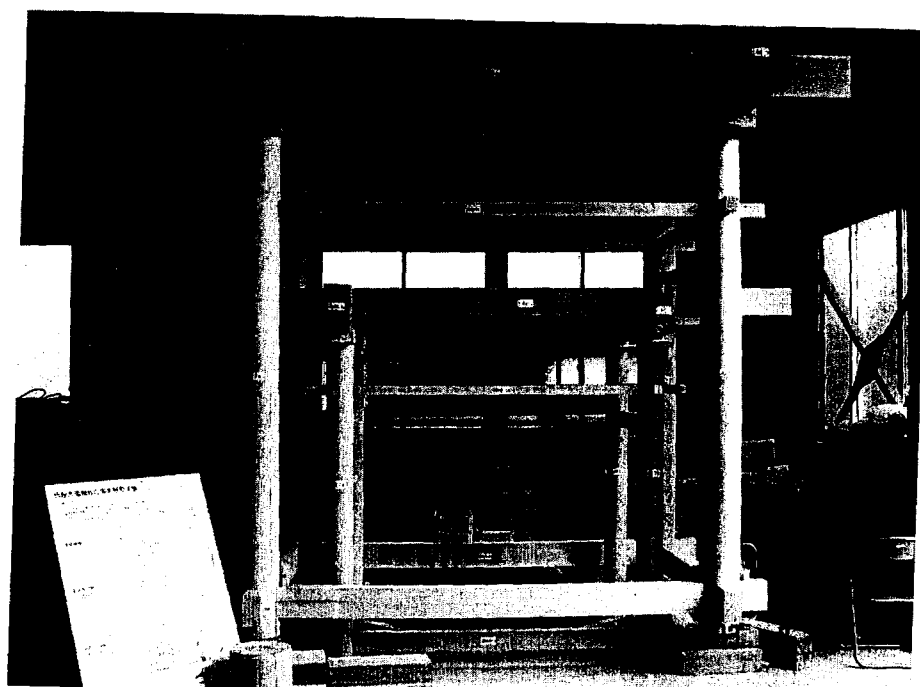
照片二十九 京都大學地震震動台（外觀）



照片三十 京都大學地震震動台



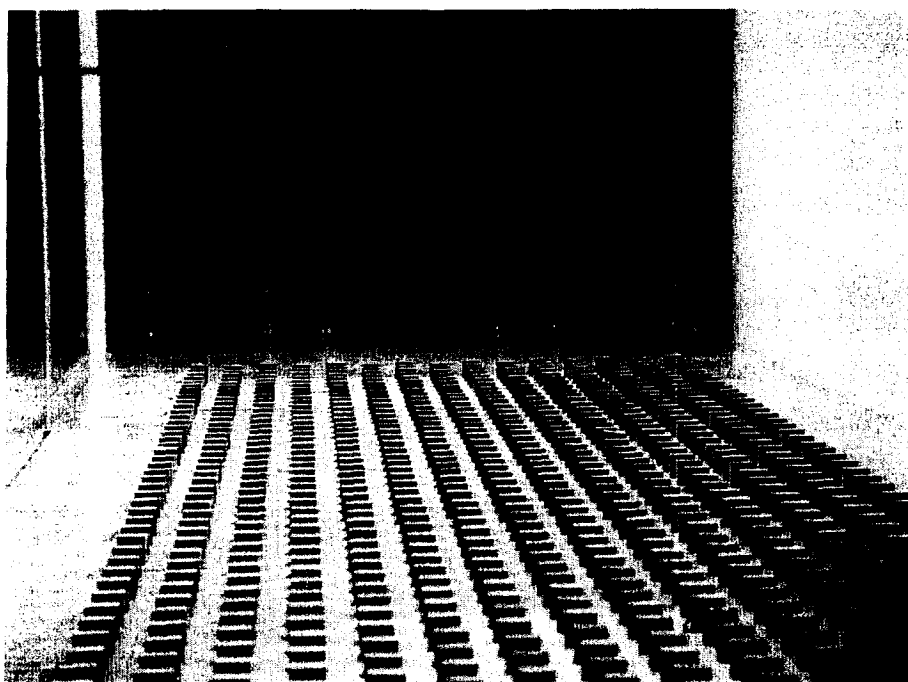
照片三十一 中島教授解說耐震研究設施



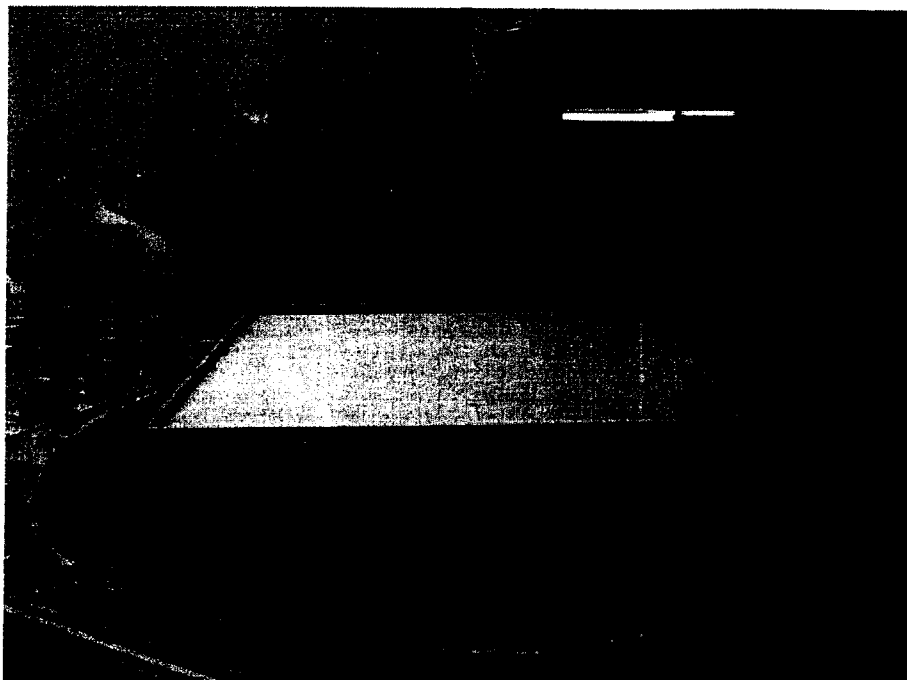
照片三十二 京都大學木造建築耐震實驗模型



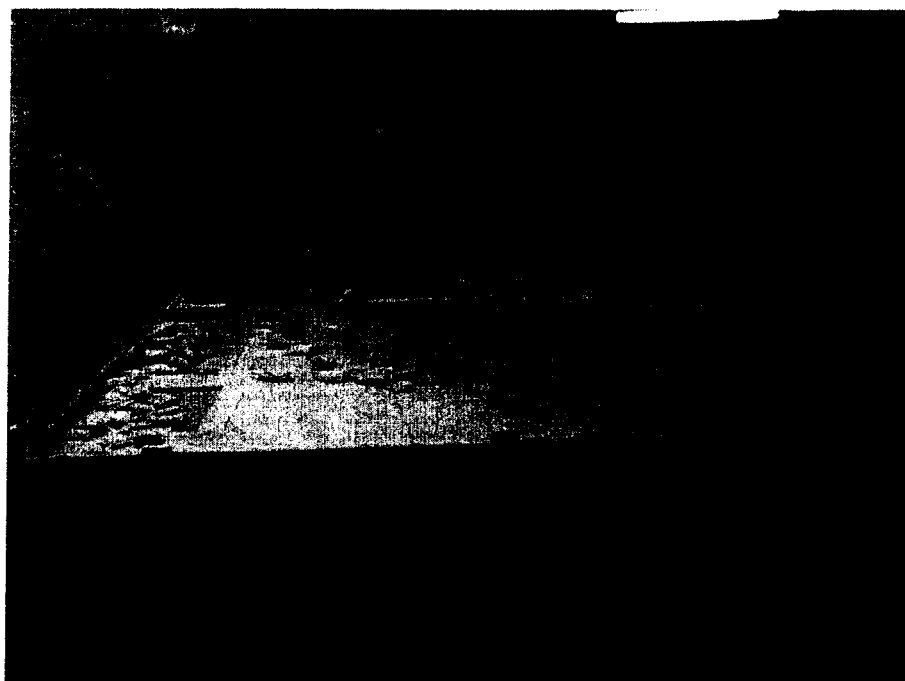
照片三十三 河井教授解說風洞實驗室



照片三十四 京都大學風洞實驗室



照片三十五 京都大學風洞實驗室一屋瓦破壞狀況模擬（破壞前）



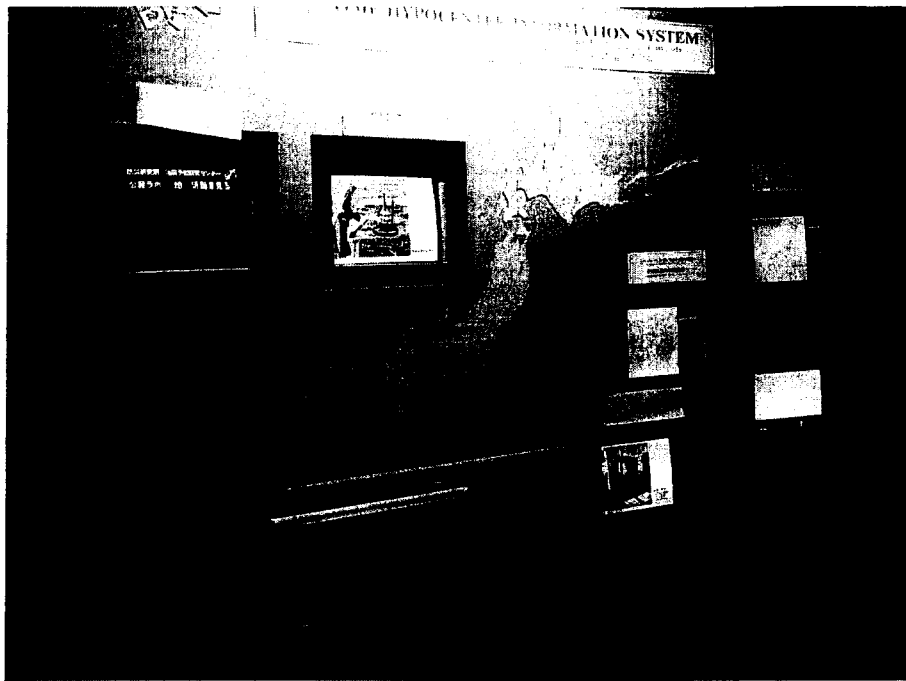
照片三十六 京都大學風洞實驗室一屋瓦破壞狀況模擬（破壞後）



照片三十七 橋本教授解說地震預知研究中心



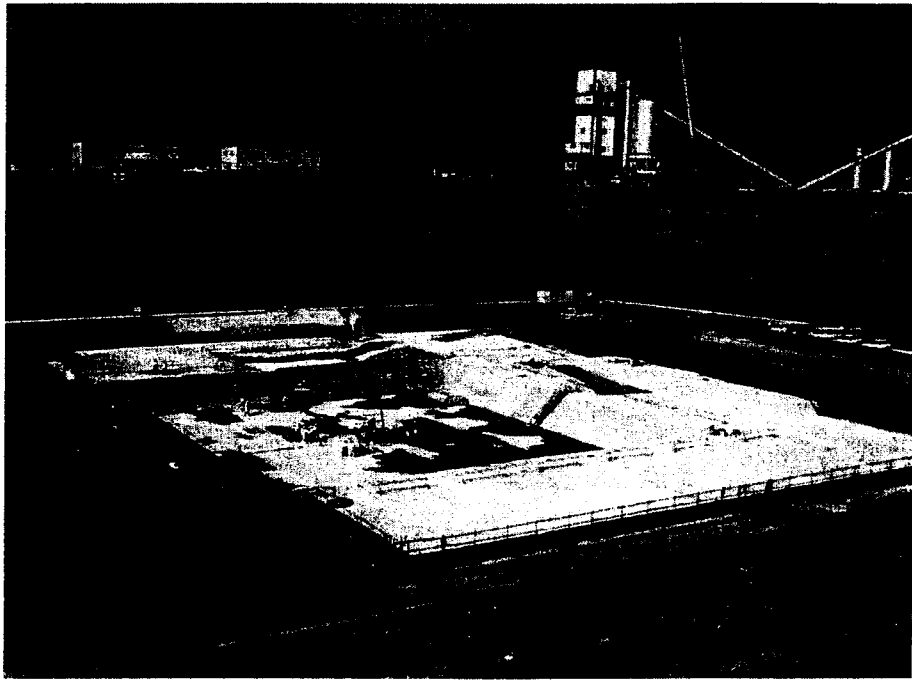
照片三十八 京都大學地震預知研究中心南海地震模擬



照片三十九 京都大學地震預知研究中心—即時地震災情



照片四十 參訪成員於京都大學防災研究中心合影



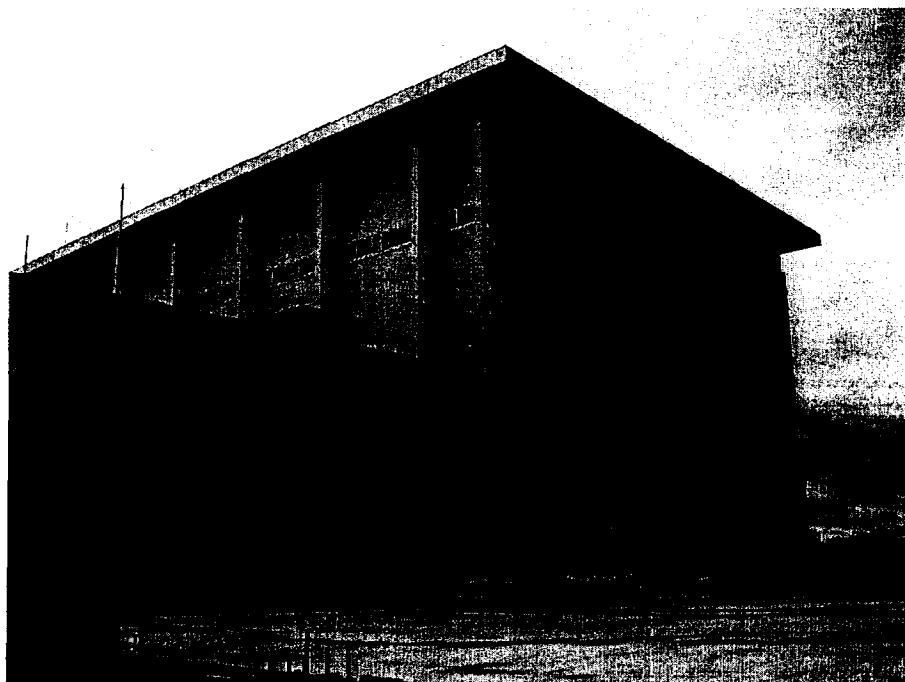
照片四十一 防災科學技術研究所實體三次元震動破壞實驗設施
2000.05.18 施工狀況



照片四十二 防災科學技術研究所實體三次元震動破壞實驗設施
2001.11.15 施工狀況



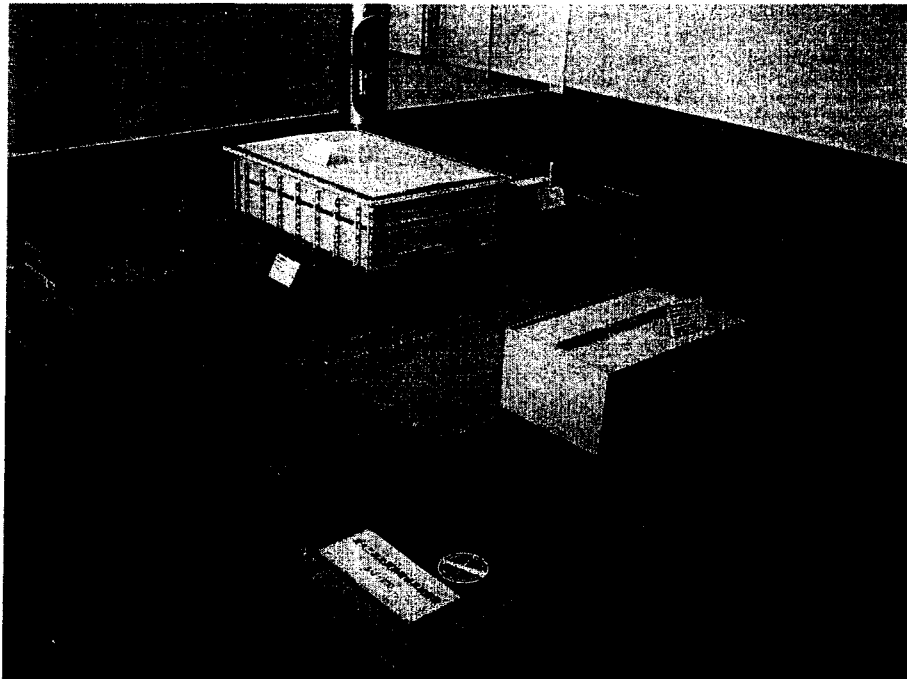
照片四十三 防災科學技術研究所實體三次元震動破壞實驗設施
2003.03 外部完工



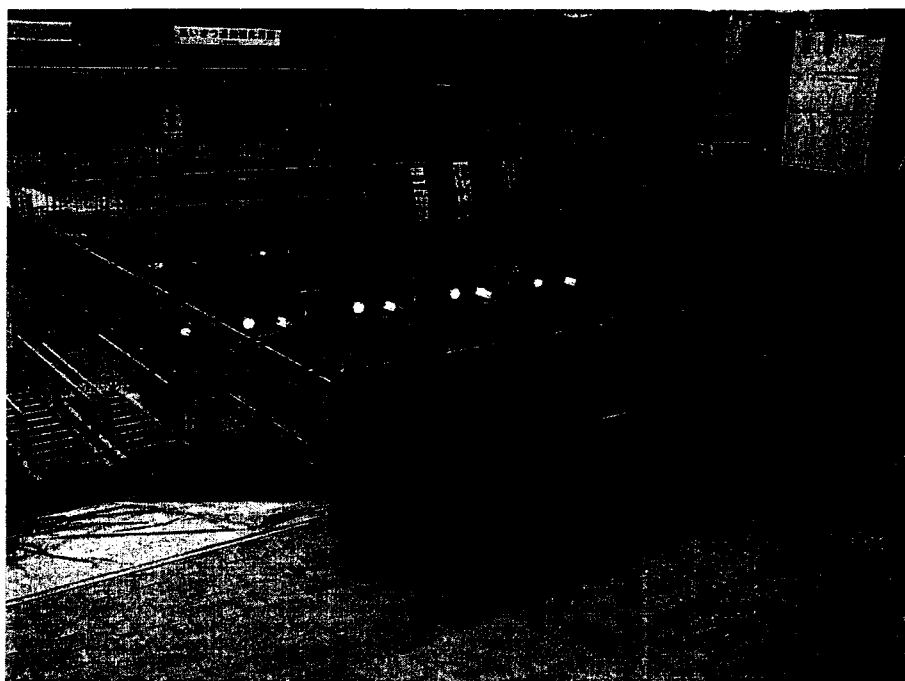
照片四十四 防災科學技術研究所實體三次元震動破壞實驗設施
2003.08.09 參訪時外觀



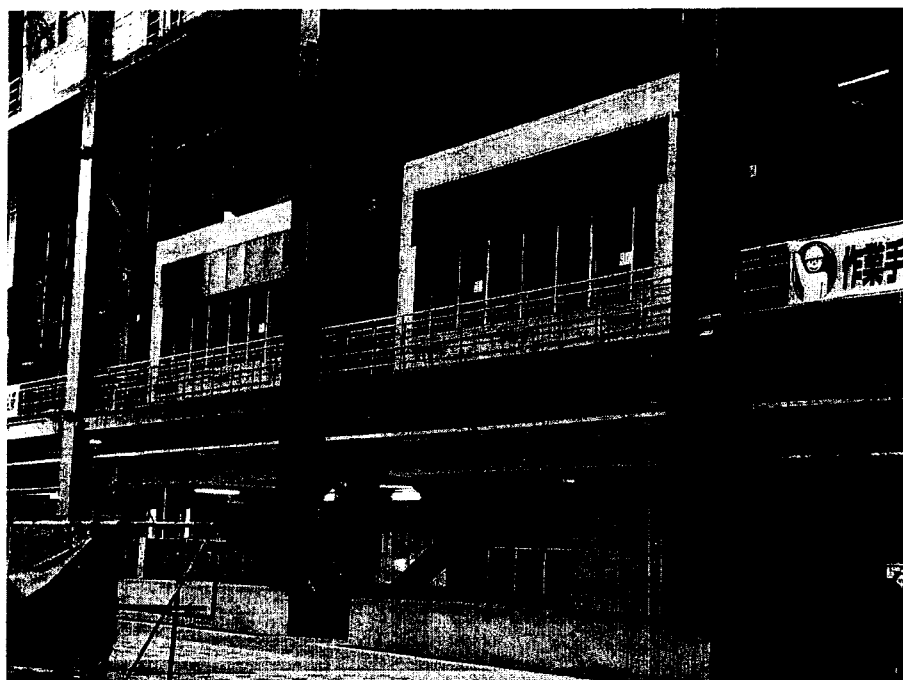
照片四十五 久保主任解說實體三次元震動破壞實驗設施



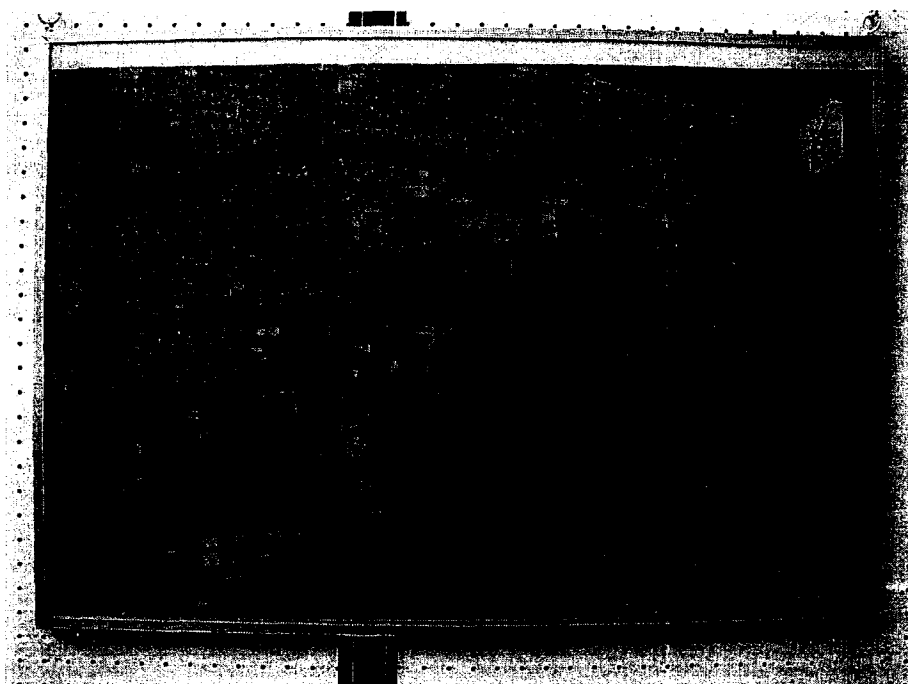
照片四十六 實體三次元震動破壞實驗設施模型



照片四十七 實體三次元震動破壞實驗設施 2003.08.09 震動台實景



照片四十八 實體三次元震動破壞實驗設施 2003.08.09 控制室實景



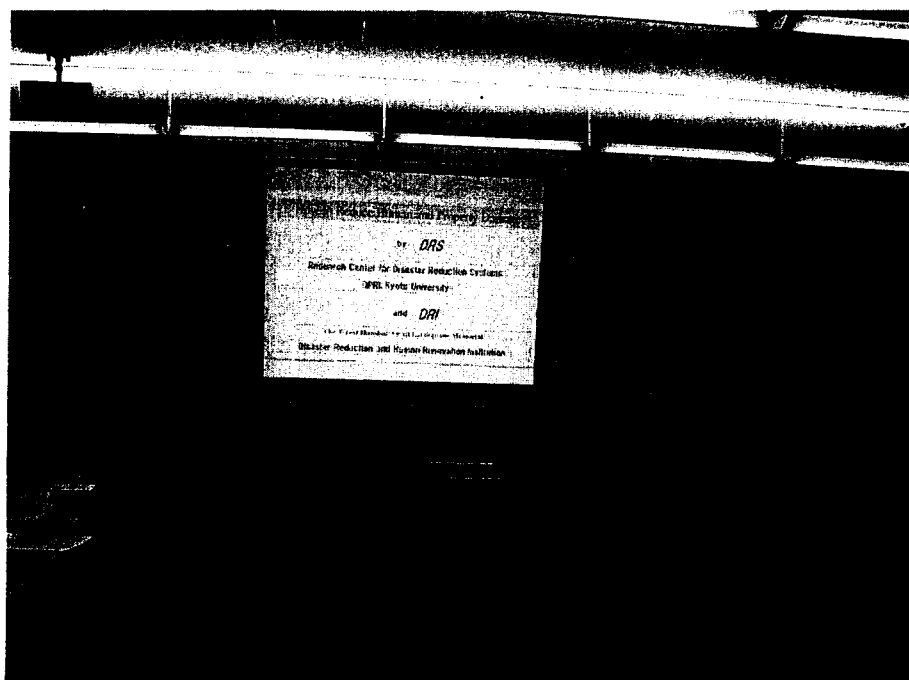
照片四十九 1995 年阪神地震前神戶灣空照圖



照片五十 2003 年 8 月神戶灣現況



照片五十一 人與防災未來中心外觀



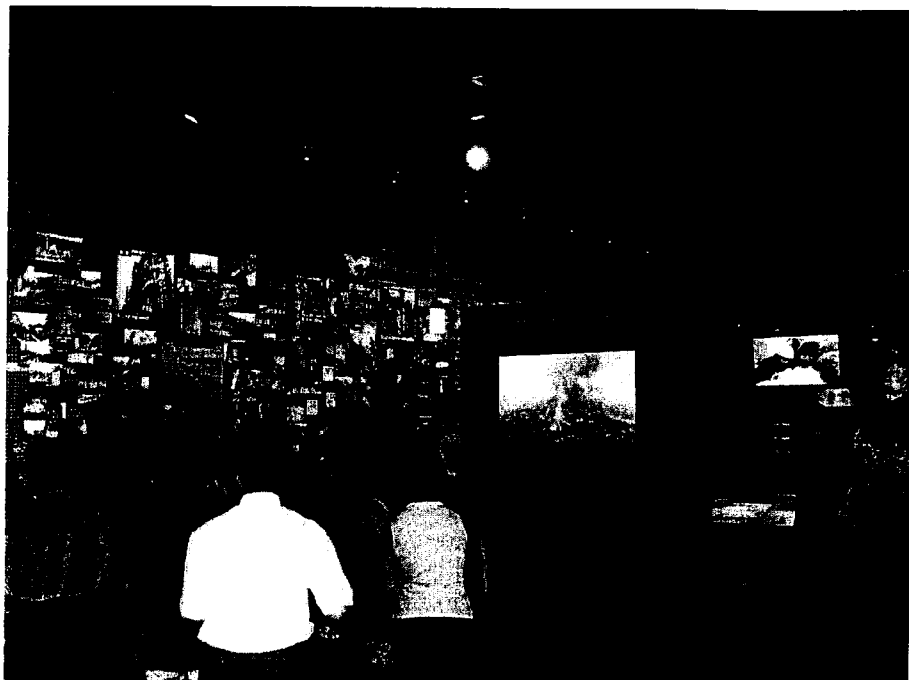
照片五十二 人與防災未來中心主任—河田惠昭教授簡報



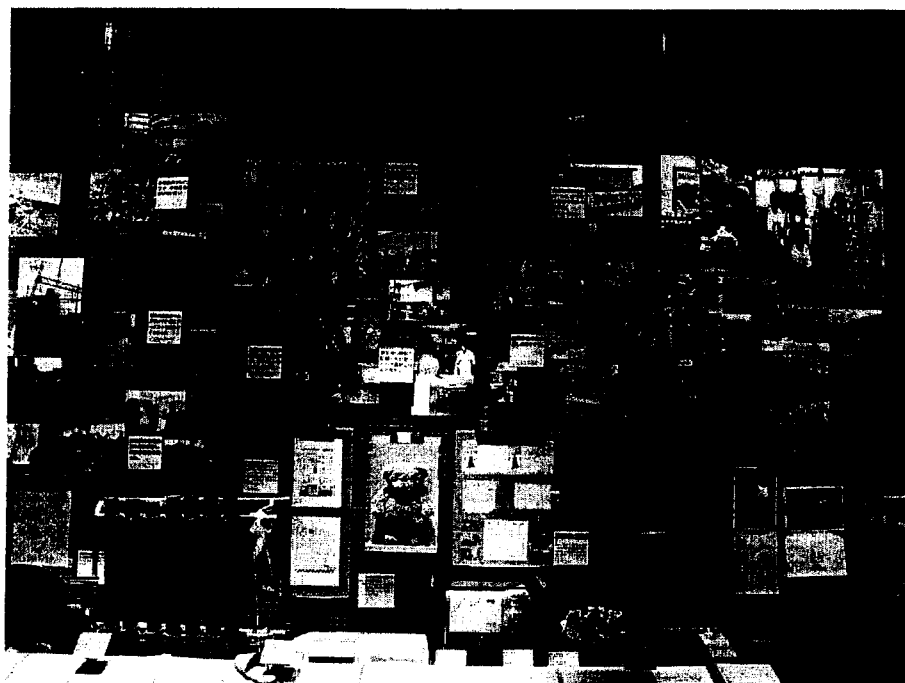
照片五十三 人與防災未來中心—1.17 劇場



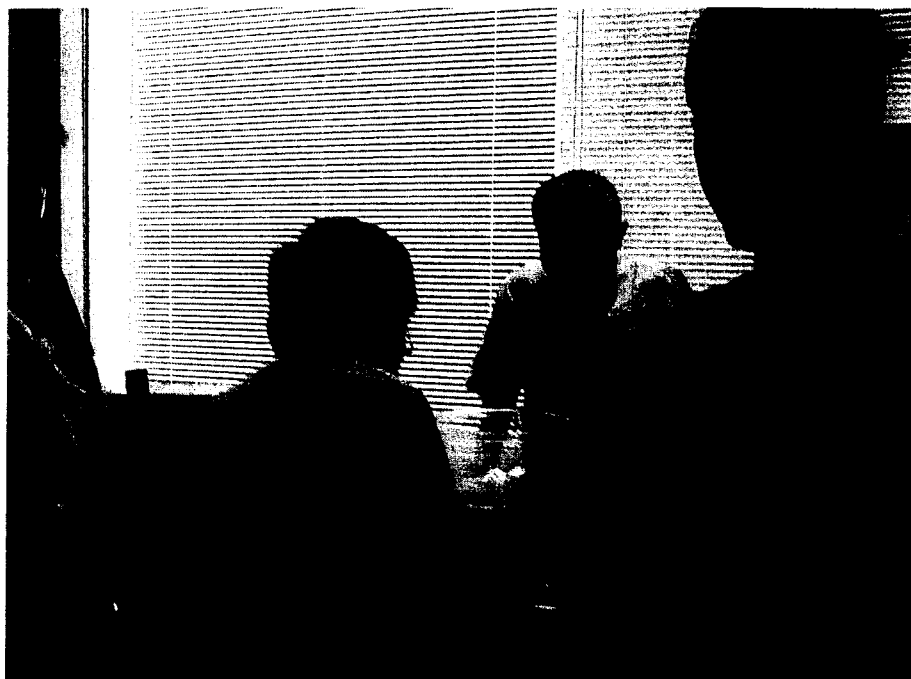
照片五十四 人與防災未來中心—阪神地震破壞實體模型



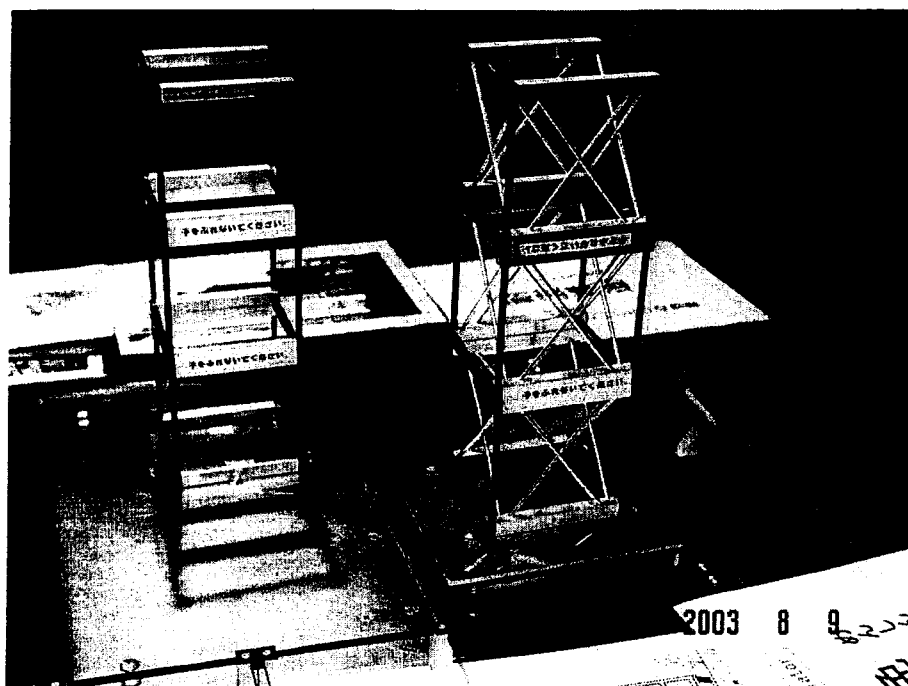
照片五十五 人與防災未來中心—阪神大地震破壞狀況及遺留物品展示（一）



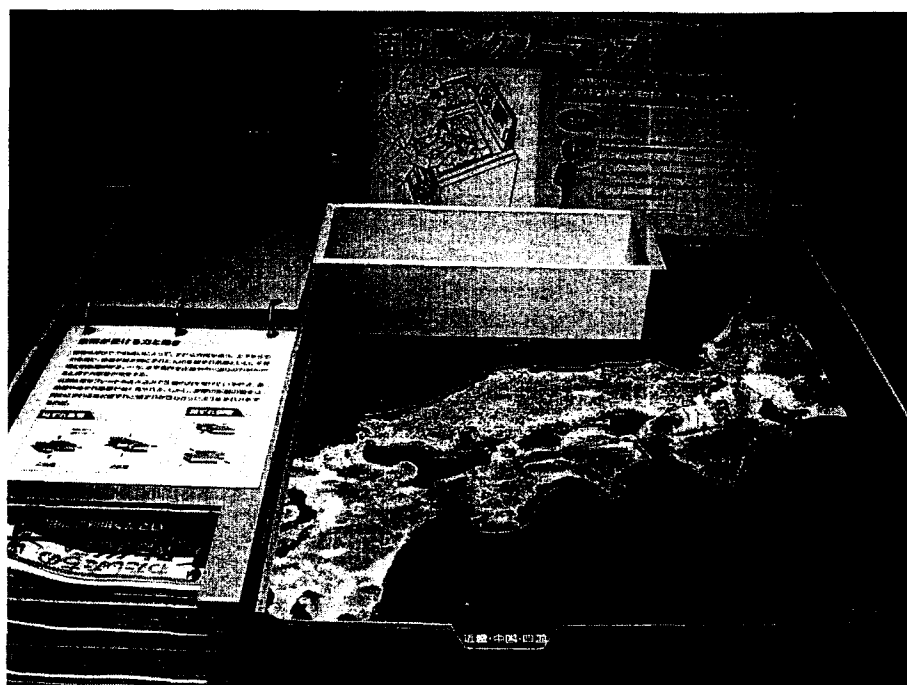
照片五十六 人與防災未來中心—阪神大地震破壞狀況及遺留物品展示（二）



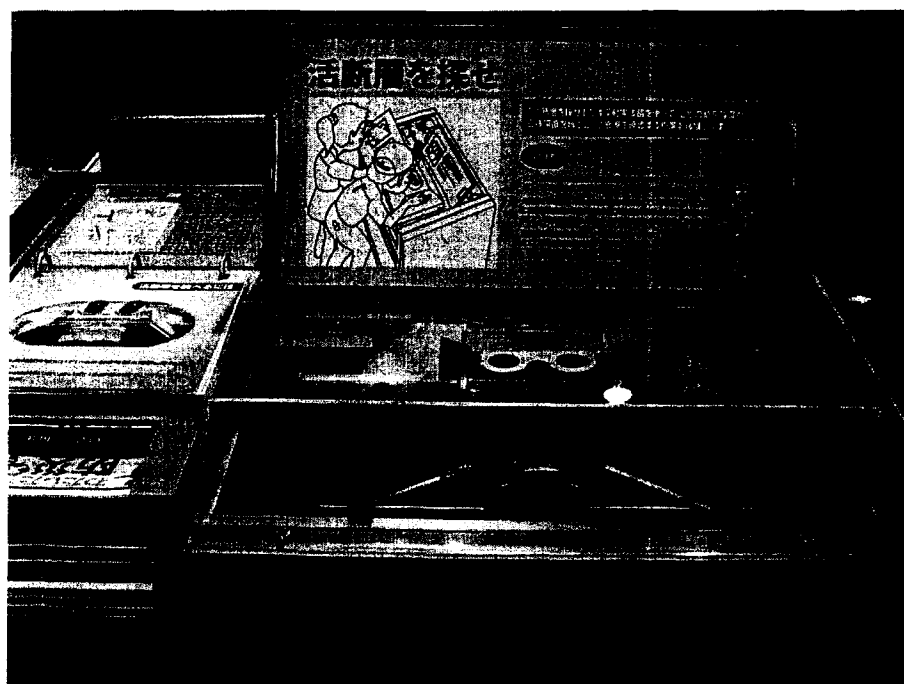
照片五十七 人與防災未來中心地震防災教育設施—液化狀況模擬



照片五十八 人與防災未來中心地震防災教育設施—建築結構破壞狀況模擬



照片五十九 人與防災未來中心地震防災教育設施—活斷層拼圖



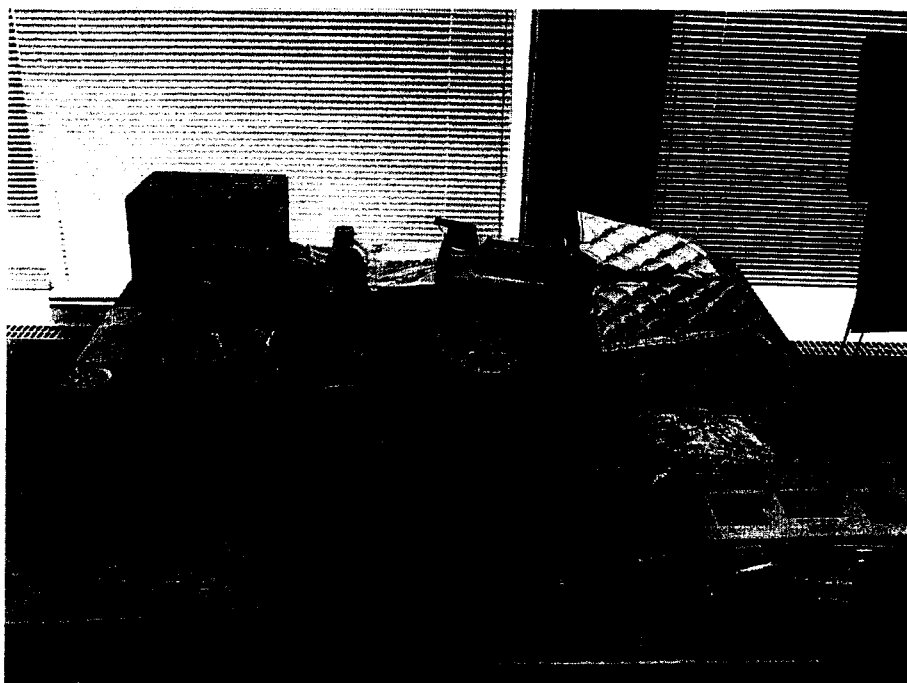
照片六十 人與防災未來中心地震防災教育設施—尋找活斷層



照片六十一 人與防災未來中心地震防災教育設施—震度與規模狀況模擬



照片六十二 人與防災未來中心地震防災教育設施—益智問答遊戲機



照片六十三 人與防災未來中心地震防災教育設施—緊急避難物品



照片六十四 人與防災未來中心地震防災教育設施—避難所拼圖



照片六十五 人與防災未來中心地震防災教育設施—資料查詢系統



照片六十六 人與防災未來中心地震防災教育設施—資料閱覽室



照片六十七 林春男教授解說 EDM 設施與任務



照片六十八 EDM 太陽能設施外窗

參訪簡報

Bee-Sui



Chang Lin
Associate Professor
Department of Civil Engineering
National Chung-Hsing University
Taichung, Taiwan

National Disasters Reduction Center

Taipei, Taiwan

Visit to Texas A & M University



Department of Civil Engineering

4-5 August 2003

Did You Know?

Texas A&M has
witnessed several
changes during the
past year.



Dr. Robert M. Gates, President
Texas A&M University



Mr. Dennis Franchione,
Head Football Coach



Dr. G. Kemble Bennett, Dean
College of Engineering

Wisdom of Ages

Thoughts from a Master Teacher



TAMU is Blessed with.....

America is Returning to Values that

TAMU Never Left

Keep the Best of our Traditions and

Wisdom of Ages

Thoughts from a Master Teacher



Alcibiades (Greek Warrior/Statesman)

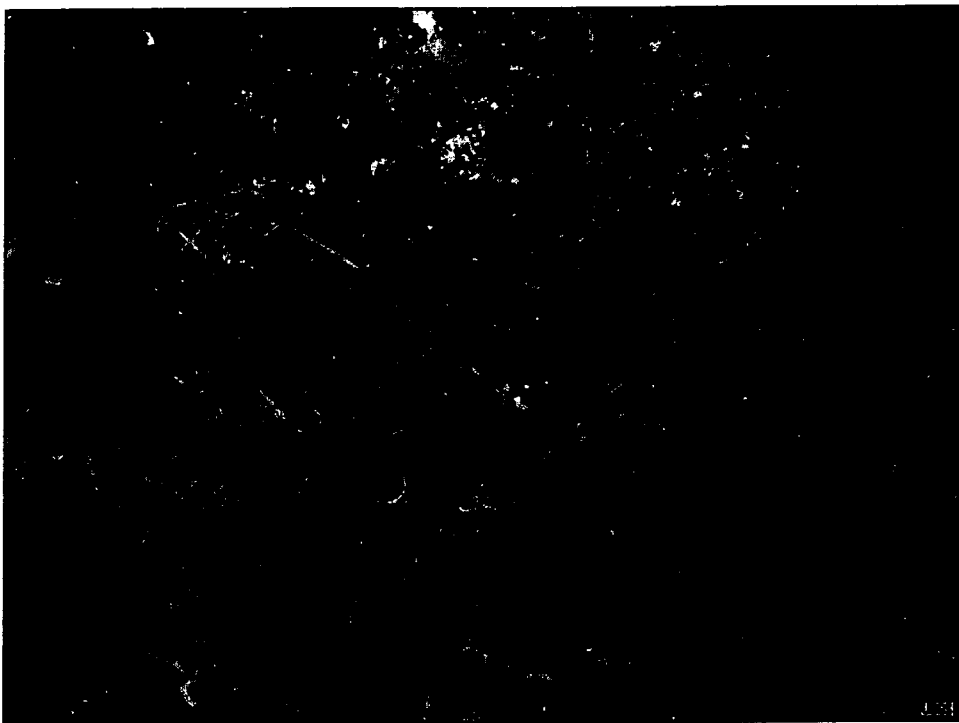
How to Lead Free Men

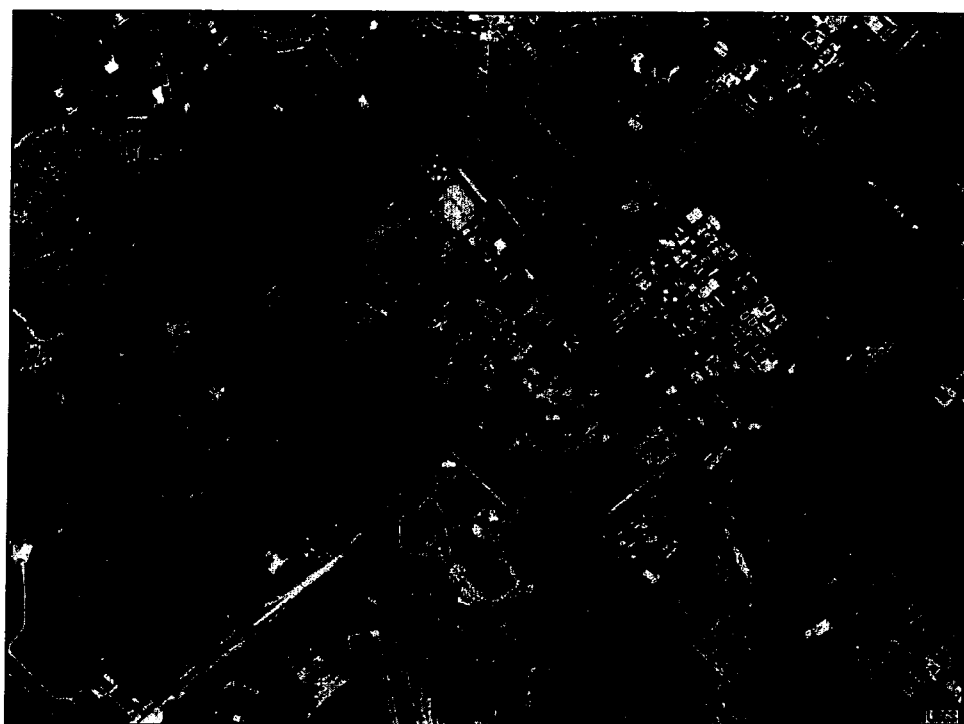
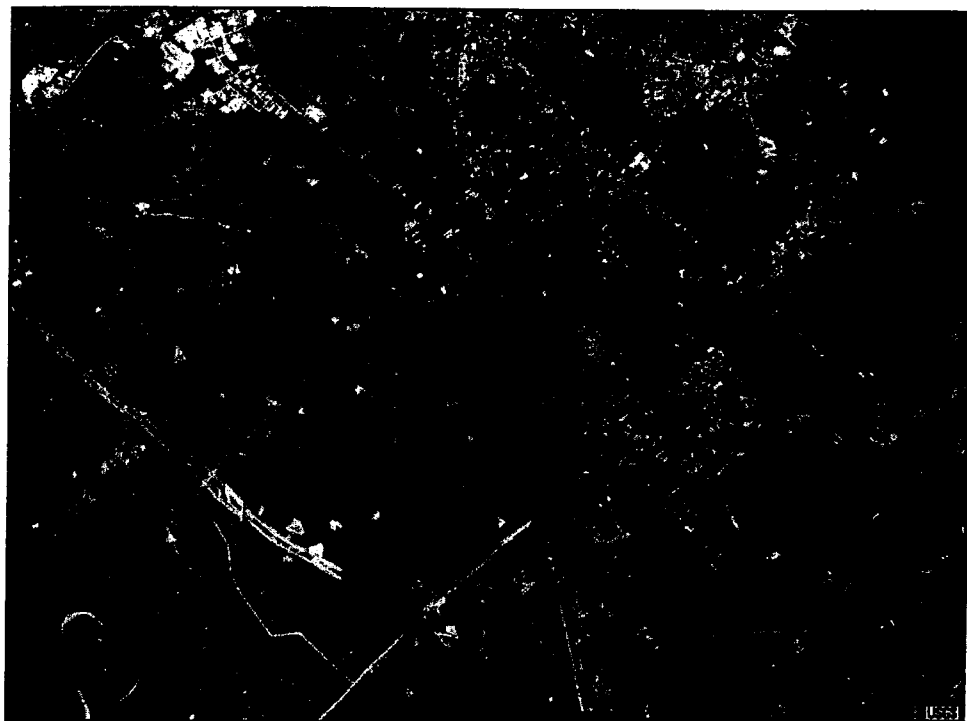
Teach importance of personal integrity

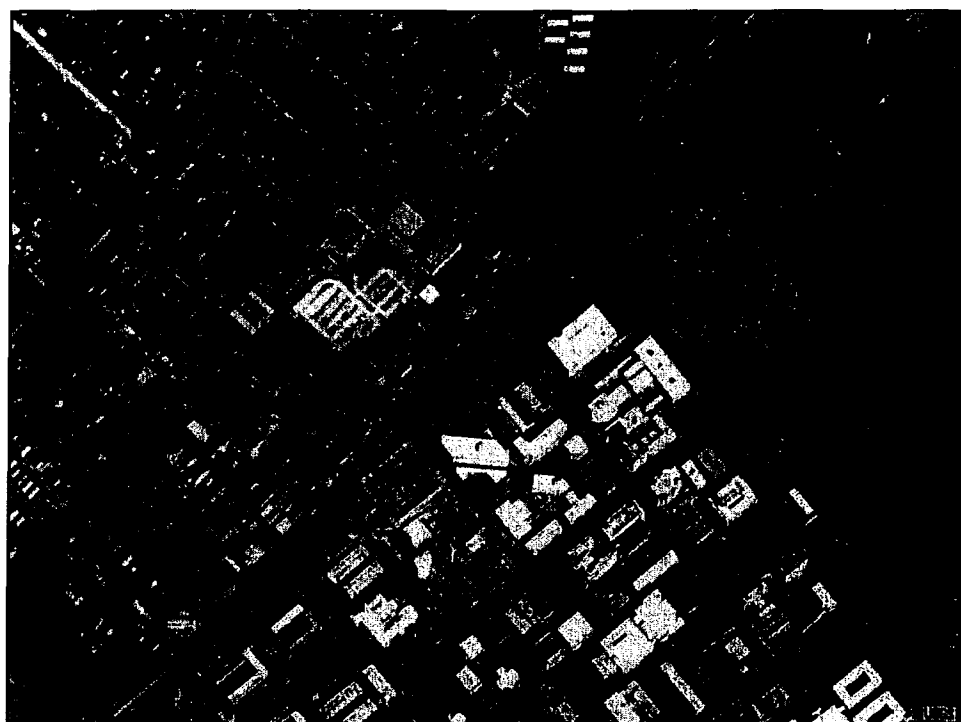
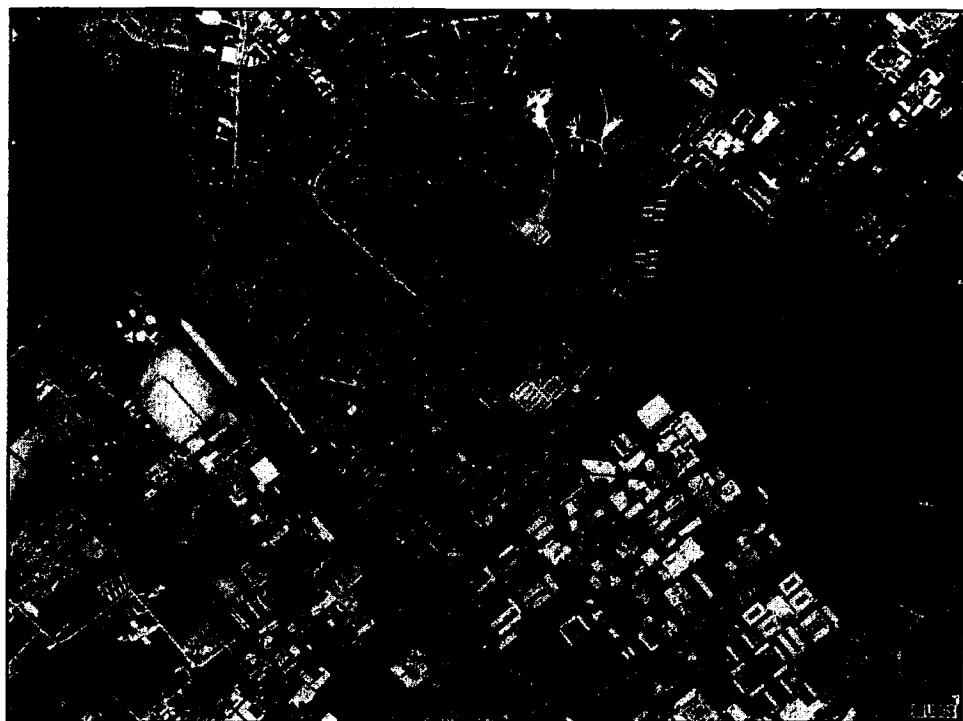
Don't weaken strong to strengthen weak

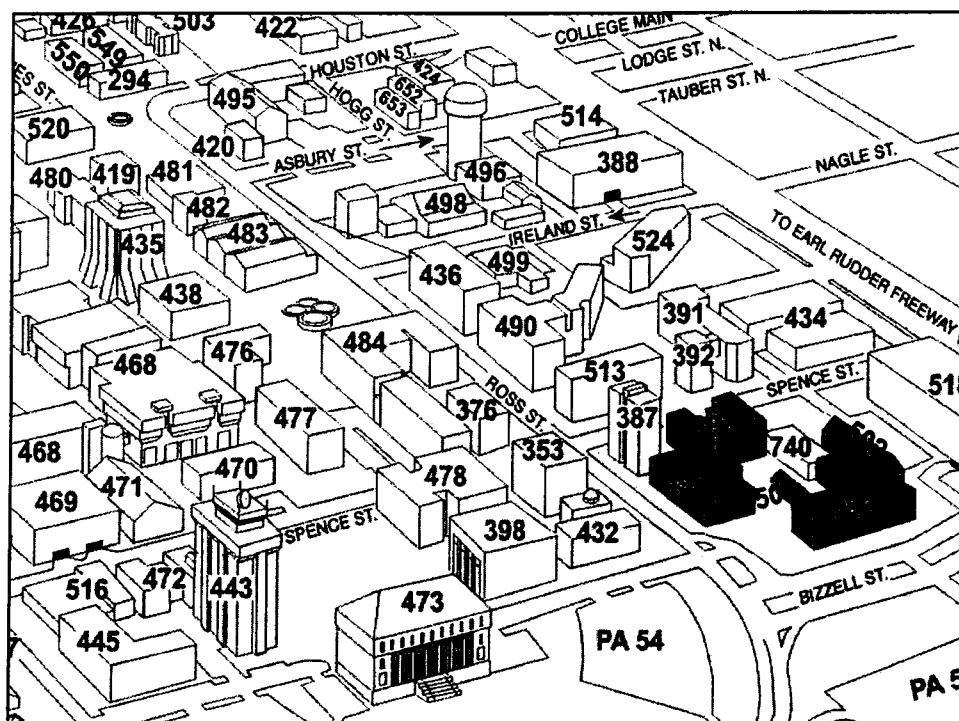
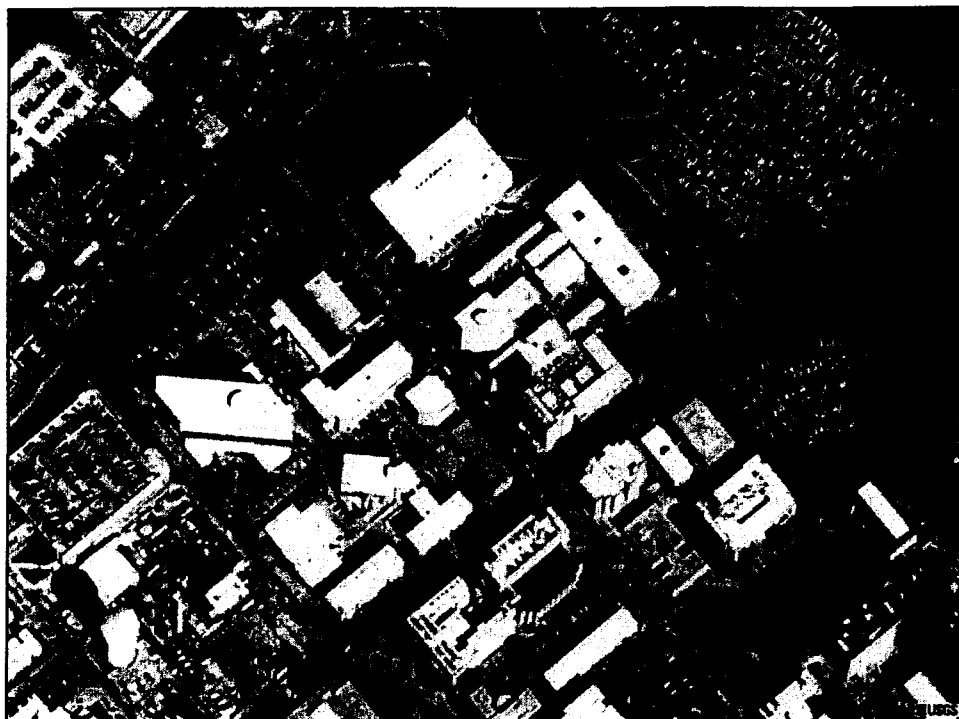
*Uniform distribution of resources only
rewards mediocrity*

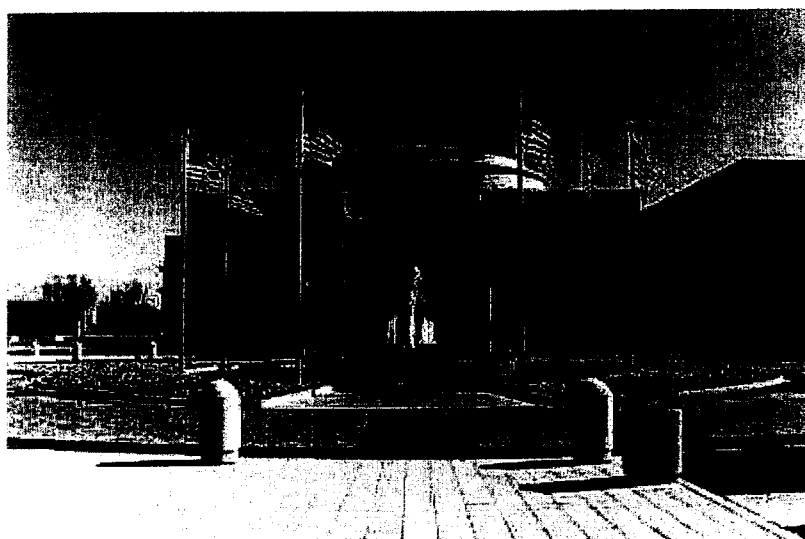
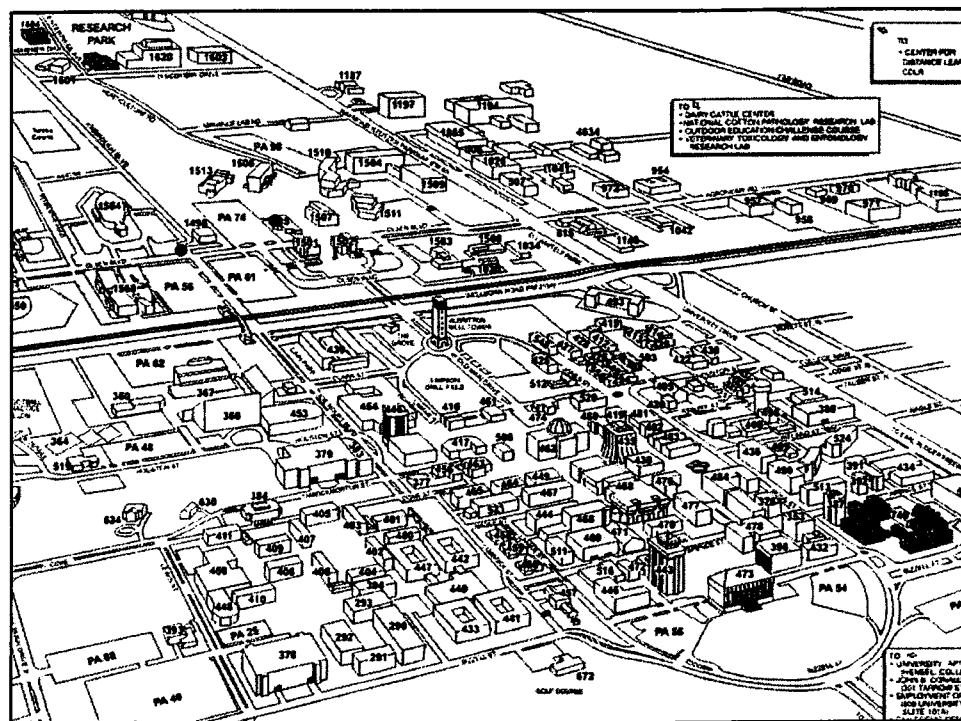






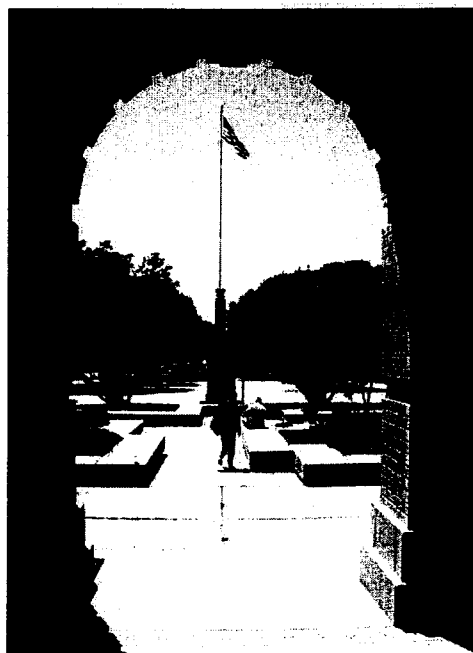




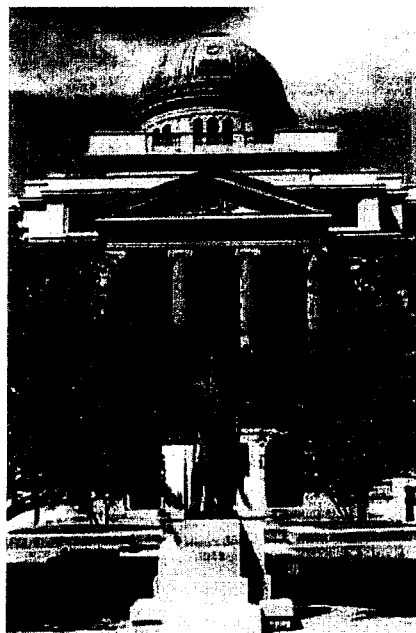


George Bush Presidential Library

Academic Plaza



Academic Building and
Sul Ross Statue

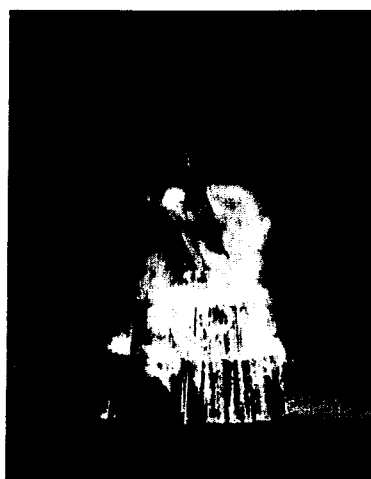
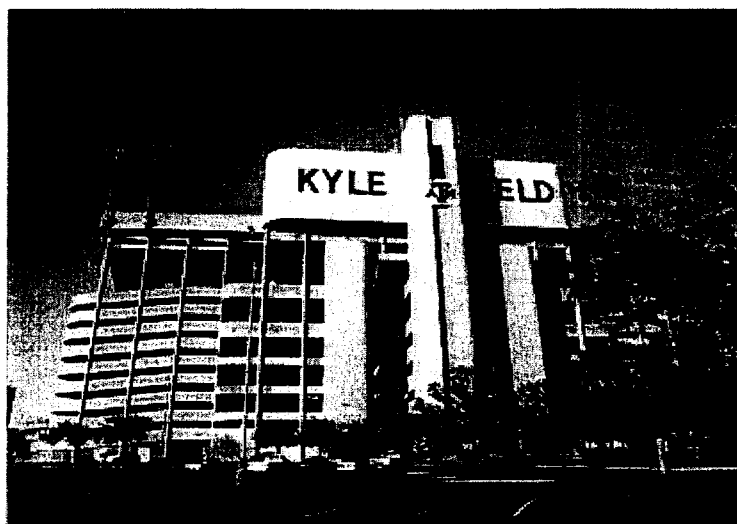




Campus Life

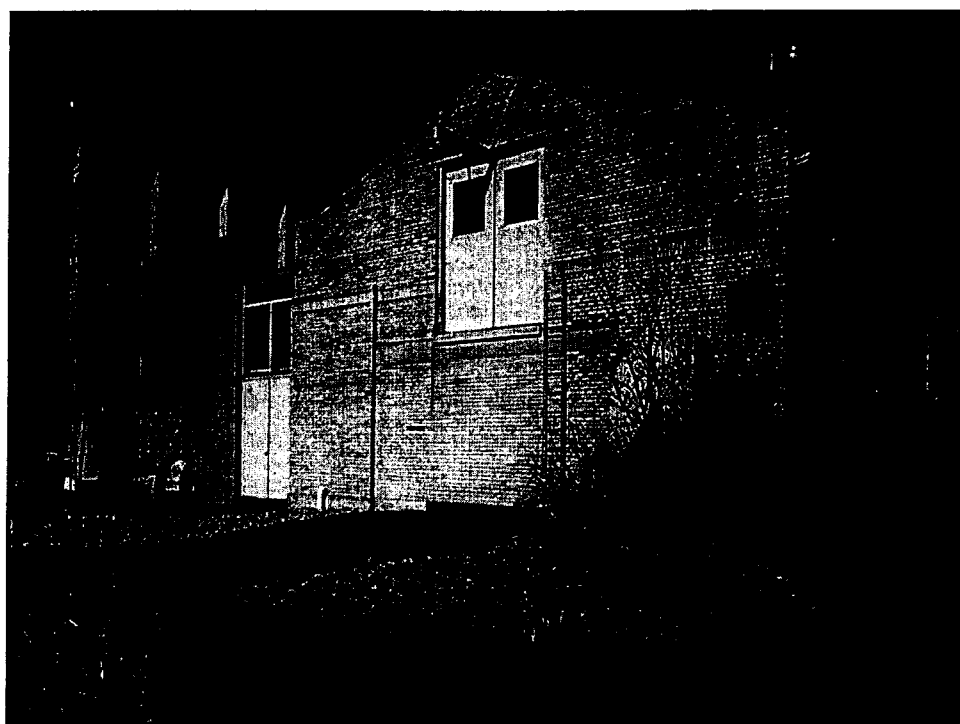
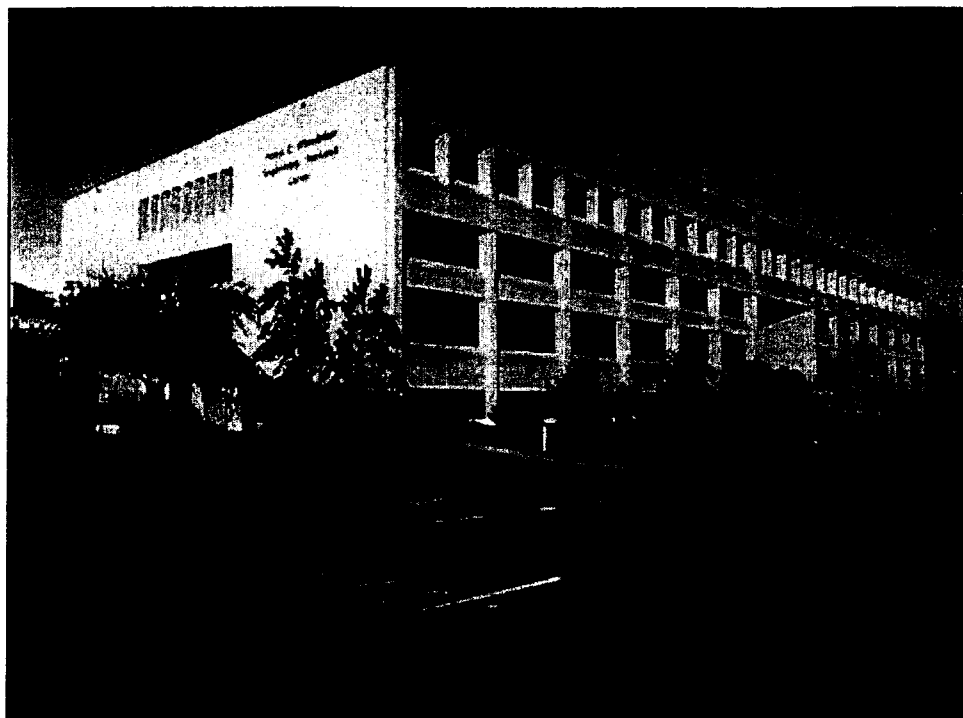


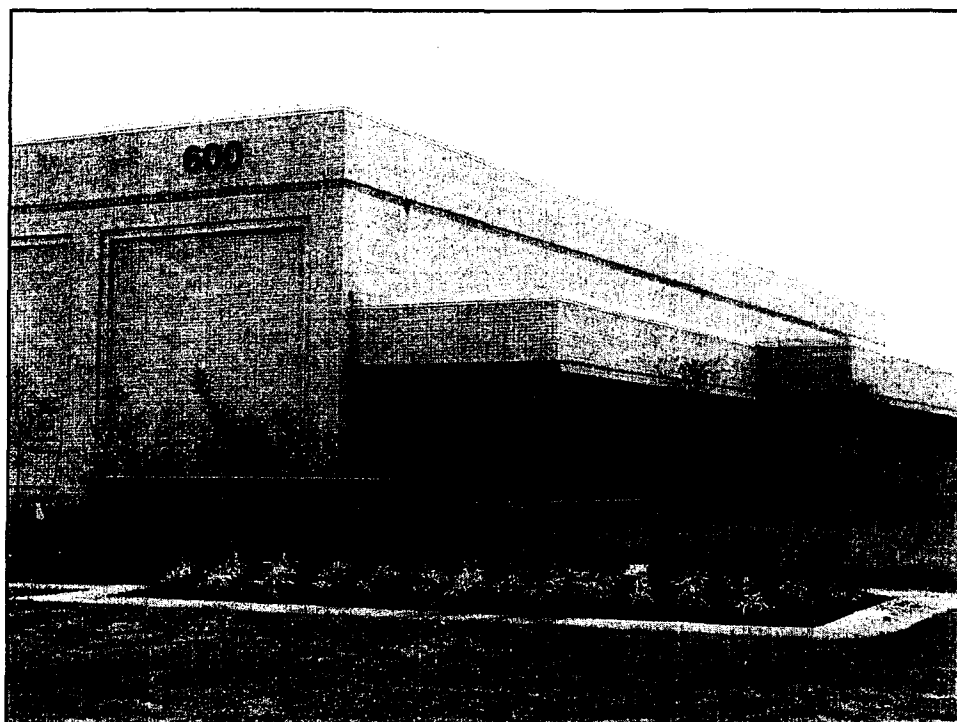
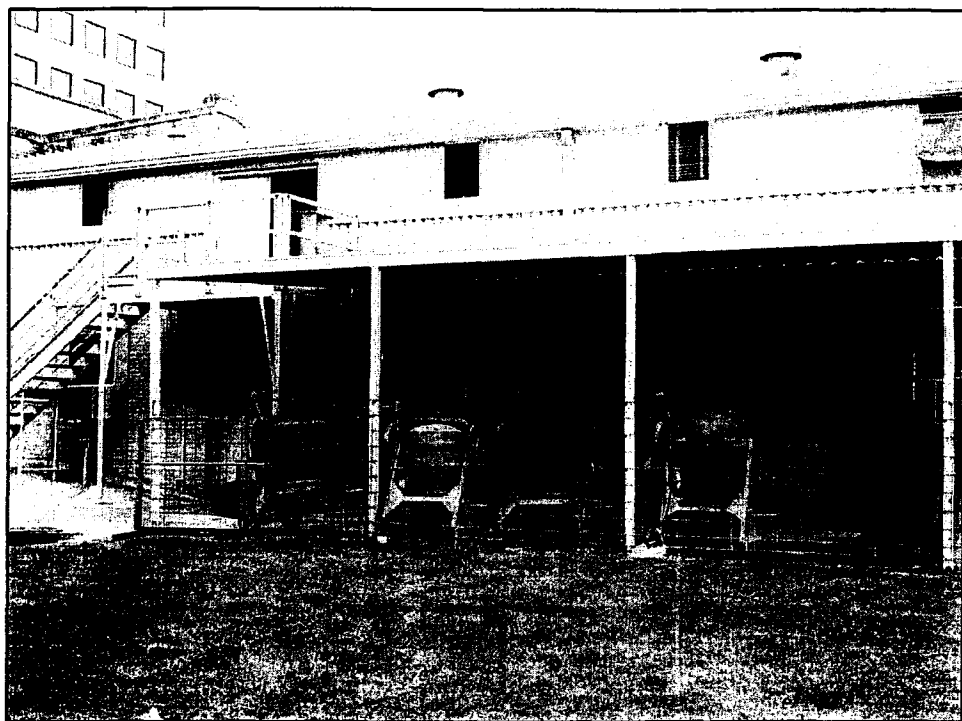
Campus Life

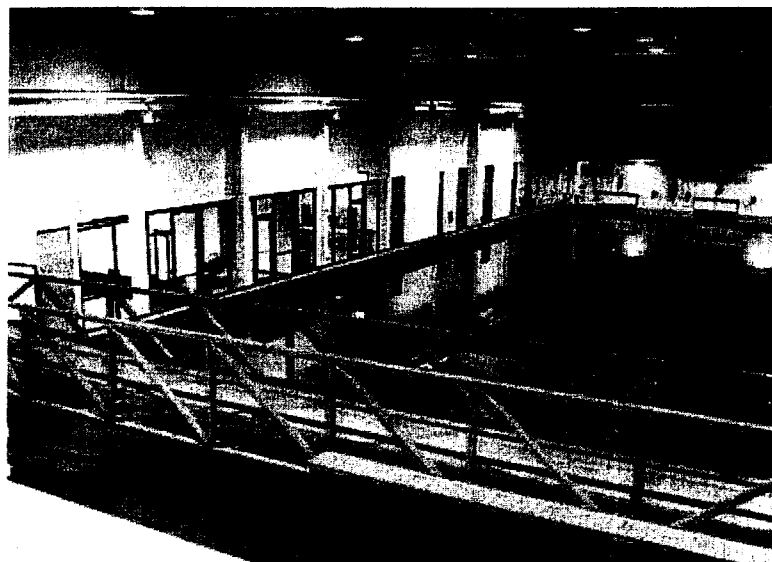


Texas Aggie Bonfire

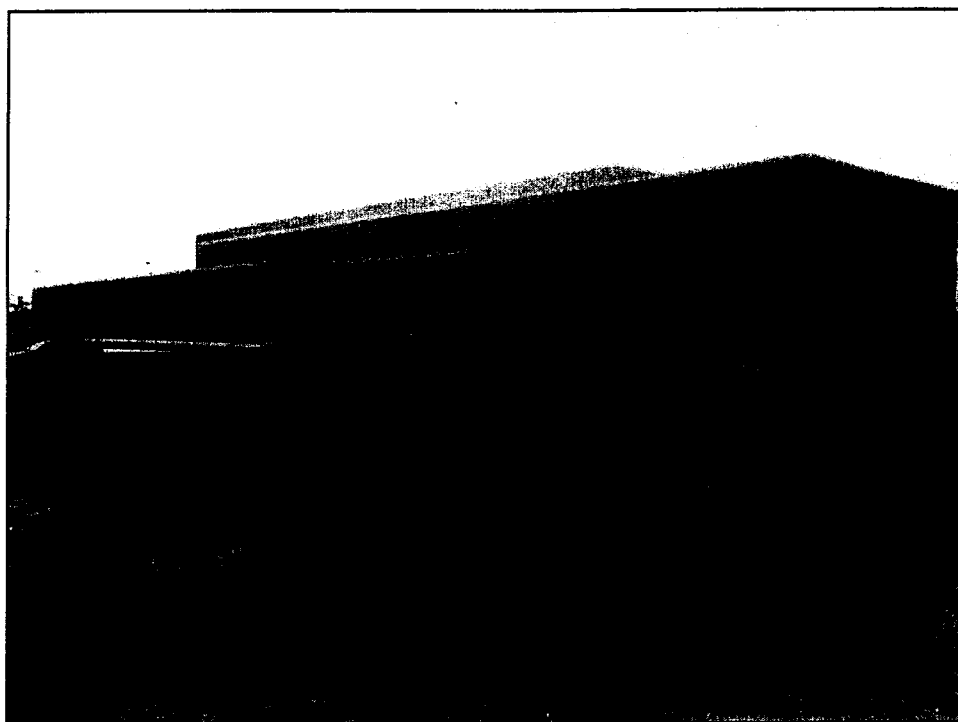


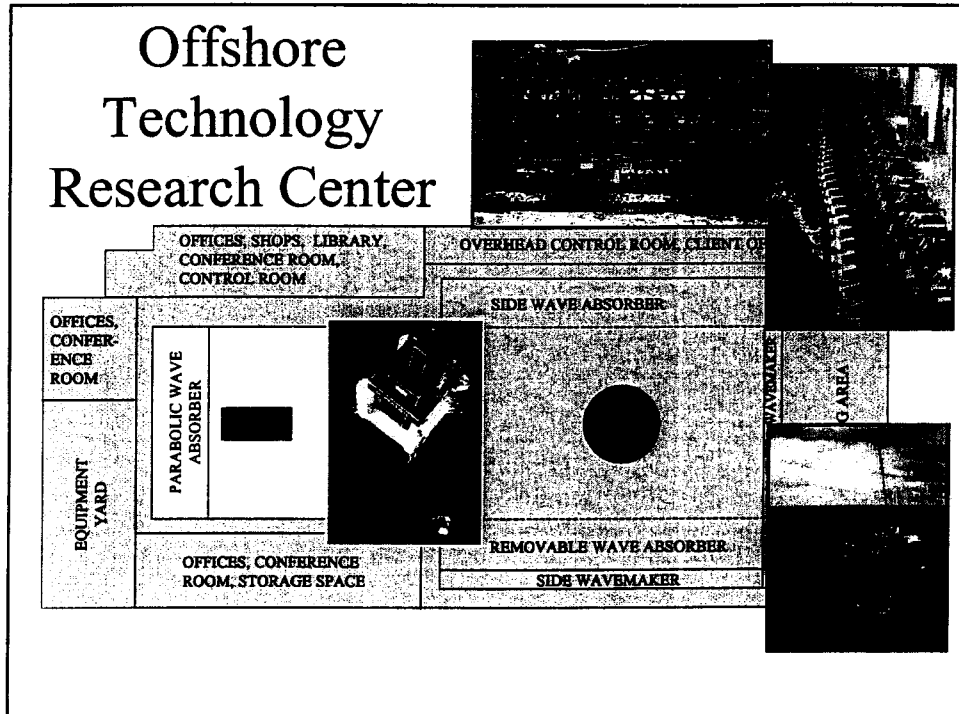






Coastal Laboratory Water Basin



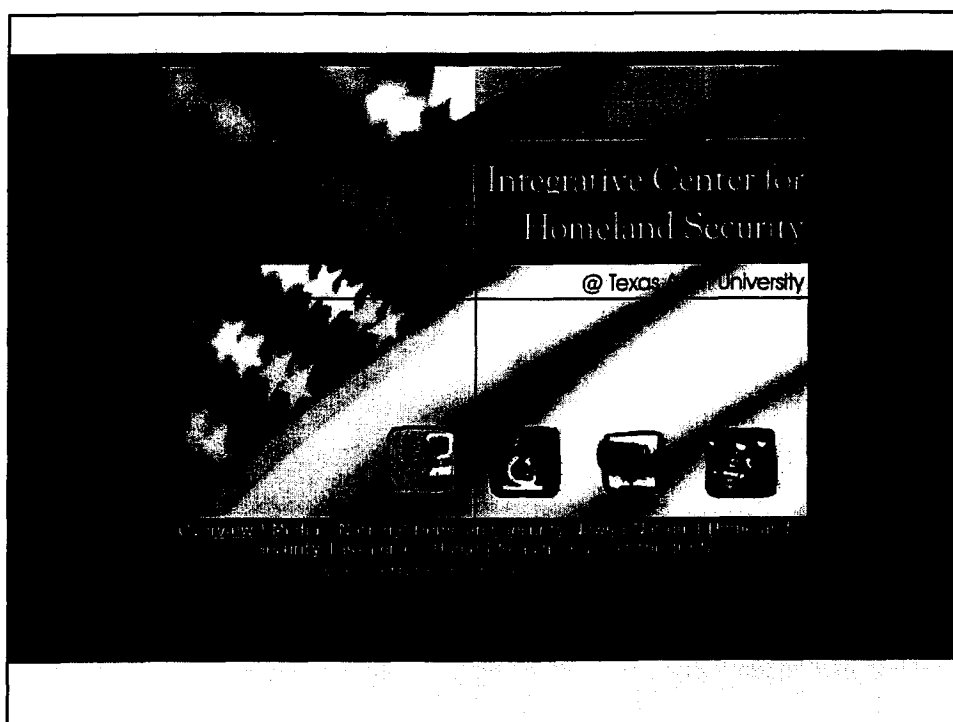


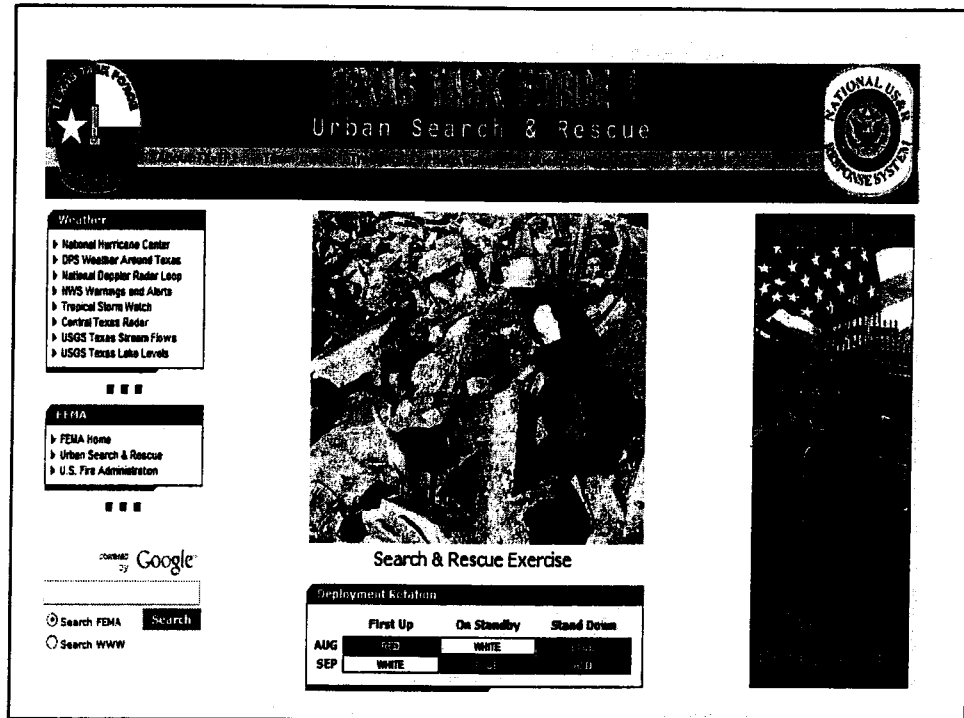
TEXAS A&M UNIVERSITY

- Texas A&M University was the first public college founded in Texas, opening in 1876.
- Texas A&M University is the fifth largest university in the country
- The total student enrollment tops 44,000
- Approximately 7500 are in graduate or professional programs

TEXAS A&M UNIVERSITY

- 5,200-acre campus - among largest in nation; with more than 100 buildings, the value of the campus exceeds \$1 billion. It includes a 434-acre research park
- Each year Texas A&M conducts approximately \$400 million worth of sponsored research projects.
- Land-grant, Sea-grant and Space-Grant designations; one of the nation's select few to have that distinction





Research and Academic Metrics

MAKING the GRADE

U.S. News & World Report
2003 Civil Engineering Program Rankings

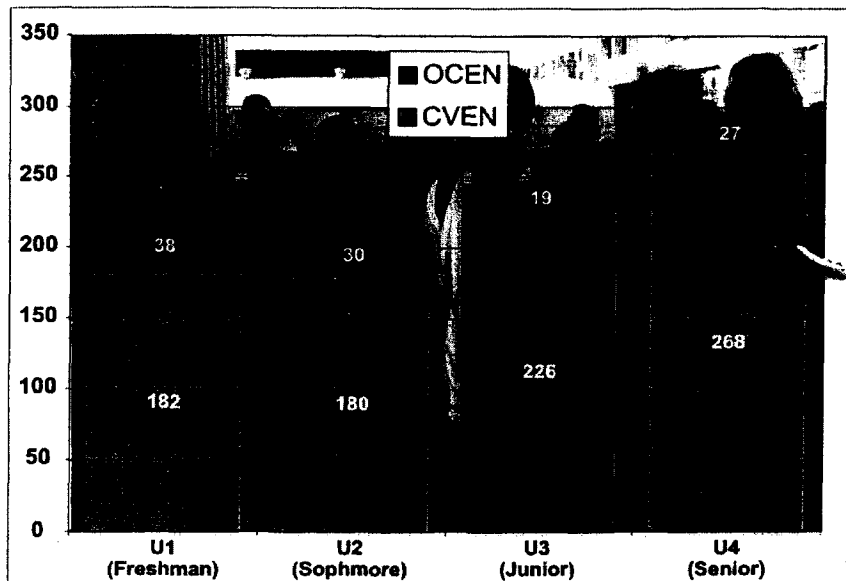


Texas A&M Department of Civil Engineering –
Undergraduate Program



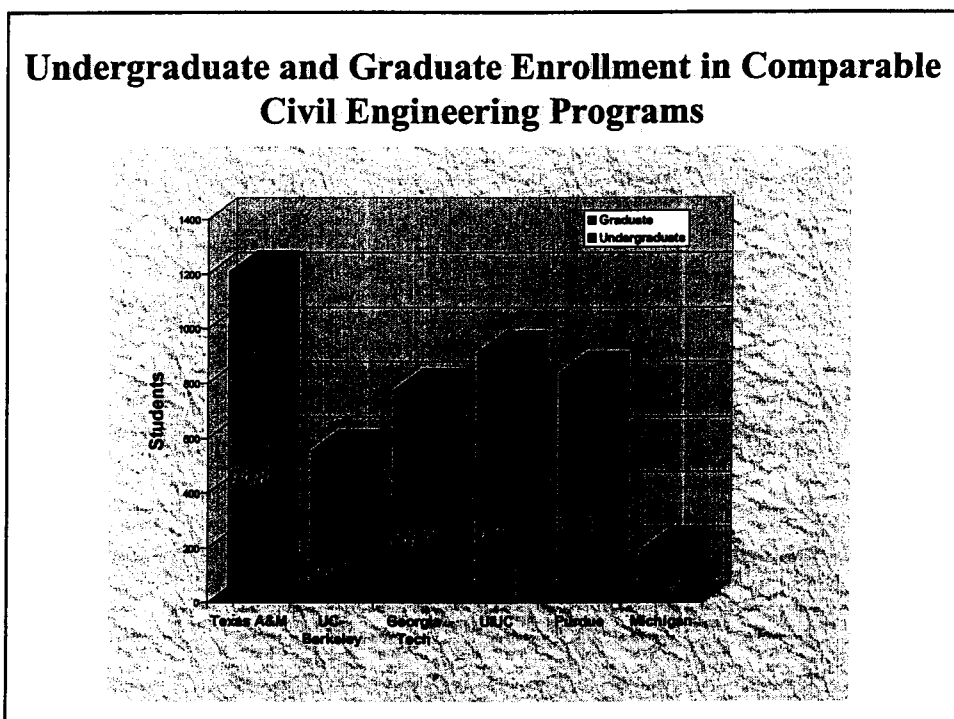
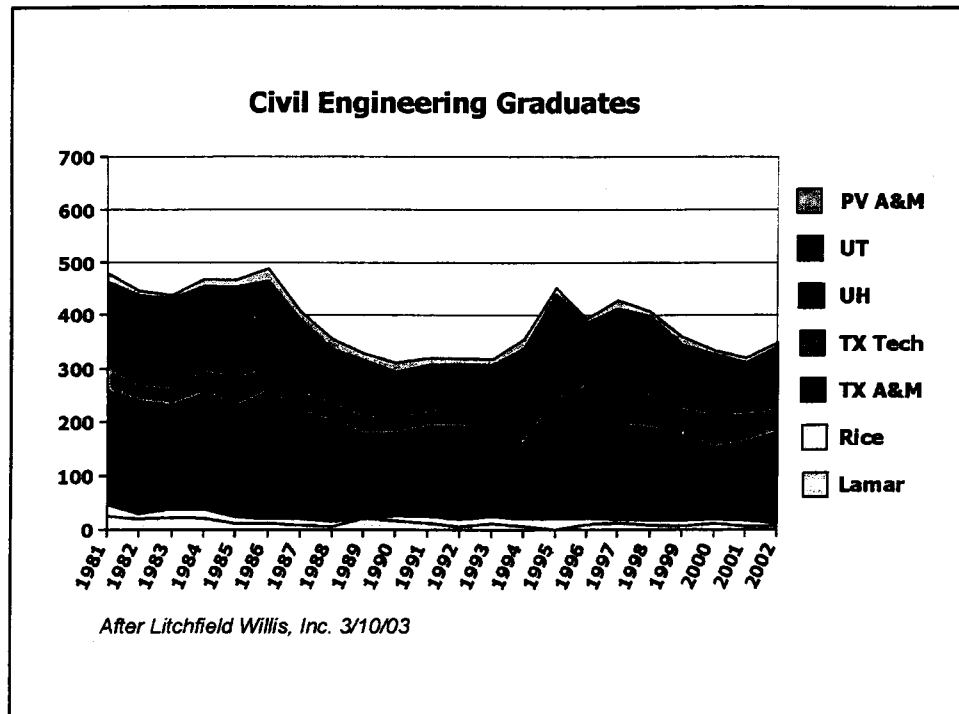
Texas A&M Department of Civil Engineering –
Graduate Program

Distribution of Undergraduates

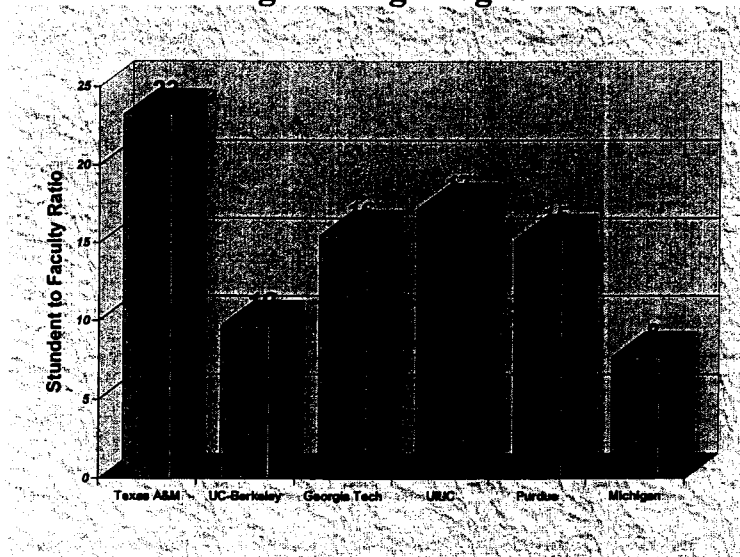


Student Voting with Feet

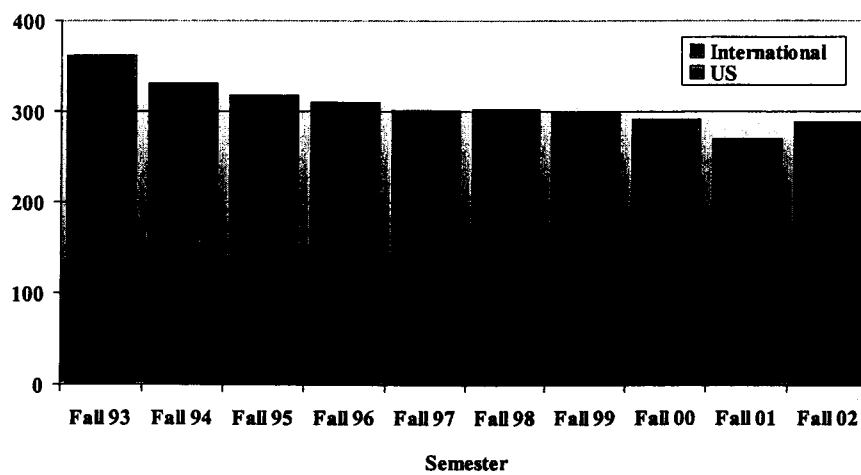
Construction, Geotechnical & Structural	Construction/Management	36
	Geotechnical	3
	Structural	72
Transportation, Materials, Infrastructure & Public Works	Transportation	22
	Materials	1
	Measurement/Survey	1
	Public Works	1



Student to Faculty Ratio for Comparable Civil Engineering Programs



Civil Engineering Graduate Enrollment



Major Strengths

Faculty

Quality

Collegiality

Undergraduate Program

Quality of students and classroom teaching

Opportunities abound:

Student activities

***Study abroad (Spain, France, Italy,
Taiwan, Japan, etc.)***

Scholarships

New Directions

Beowulf Cluster (Supercomputing)

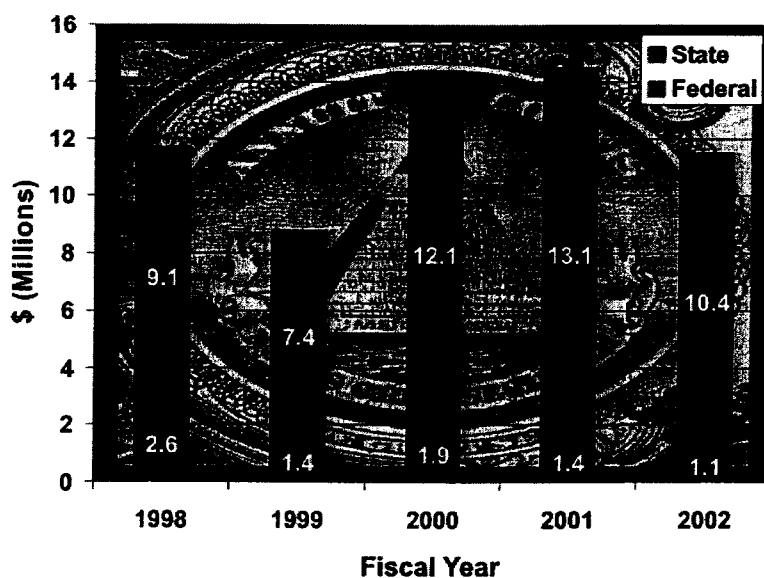
Bought DELL 16-node Linux Cluster

Undergraduate Research Program

Dean Ewing – 128 node cluster

**Need faculty and culture that knows
parallel processing**

TEES RESEARCH EXPENDITURES



Major Concerns and Constraints (No stomach aches)

Current

More Faculty

Graduate Program

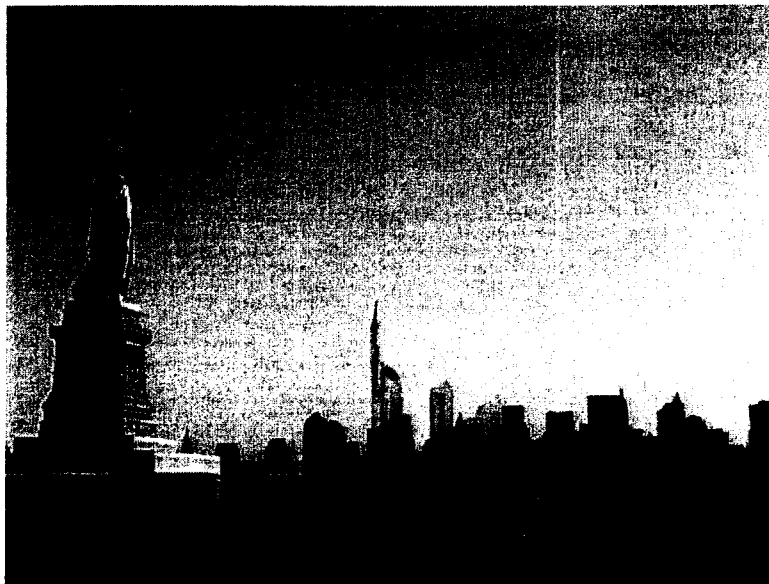
Need applicants (U.S.)

Need Ph.D. students

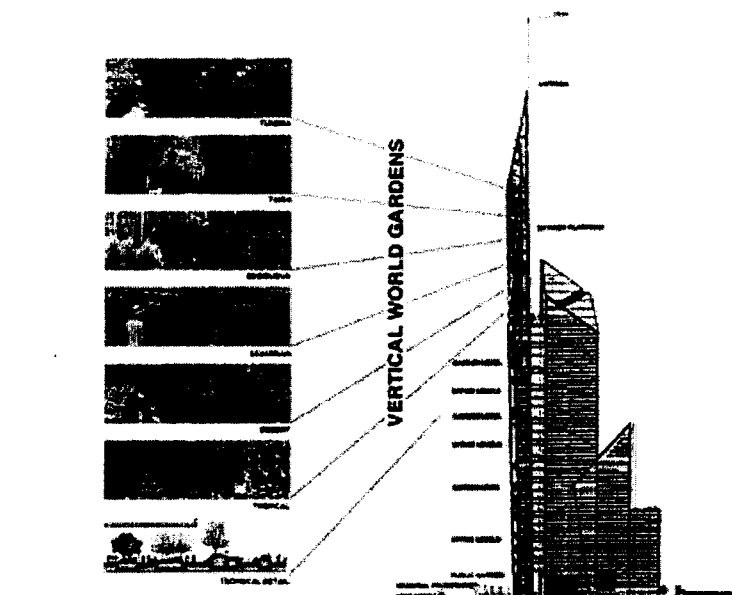
Increase ratio of graduate to undergraduate

Place graduates into teaching

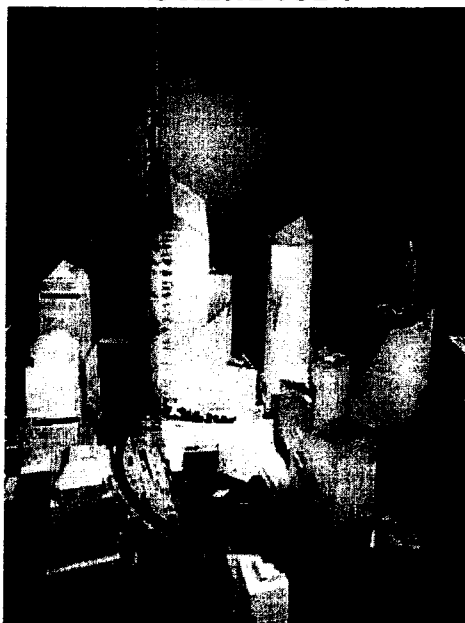
Too Tall ?



New Frequency?



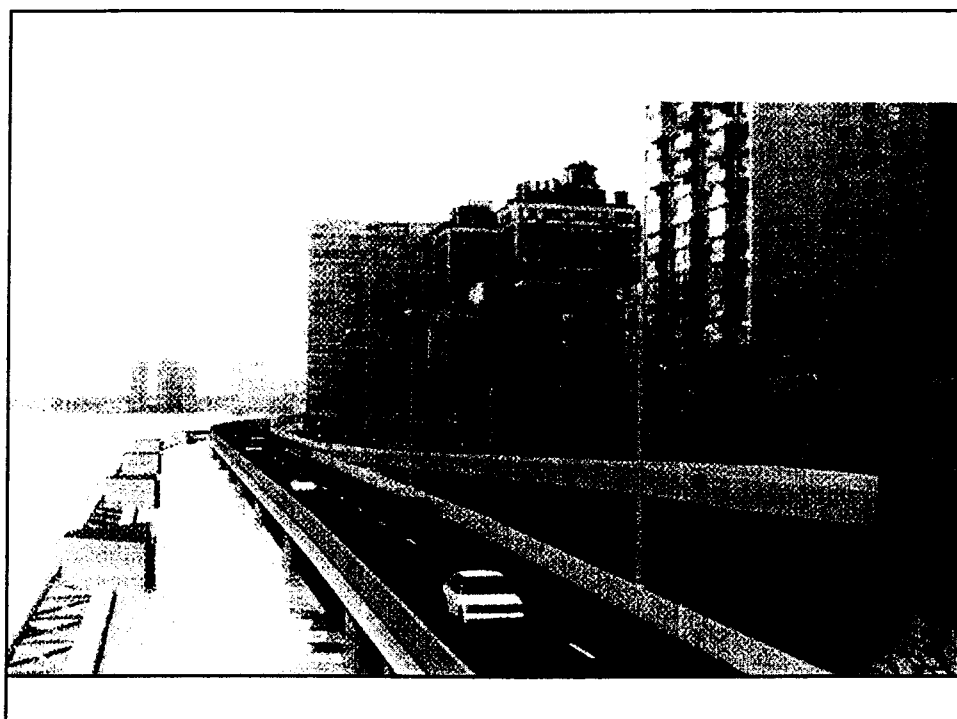
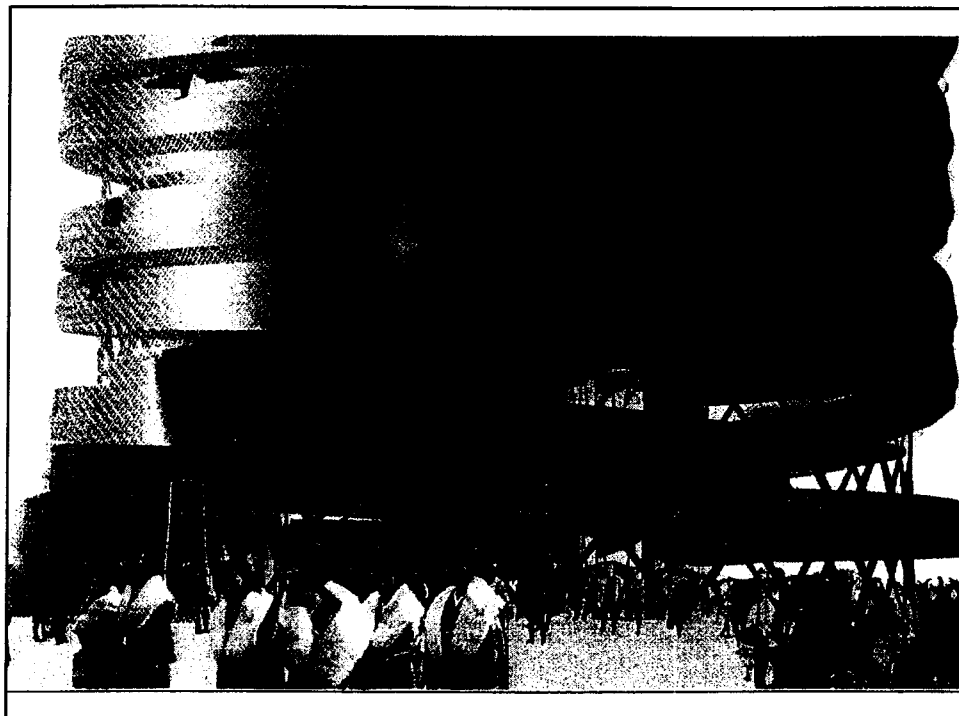
Smarter?



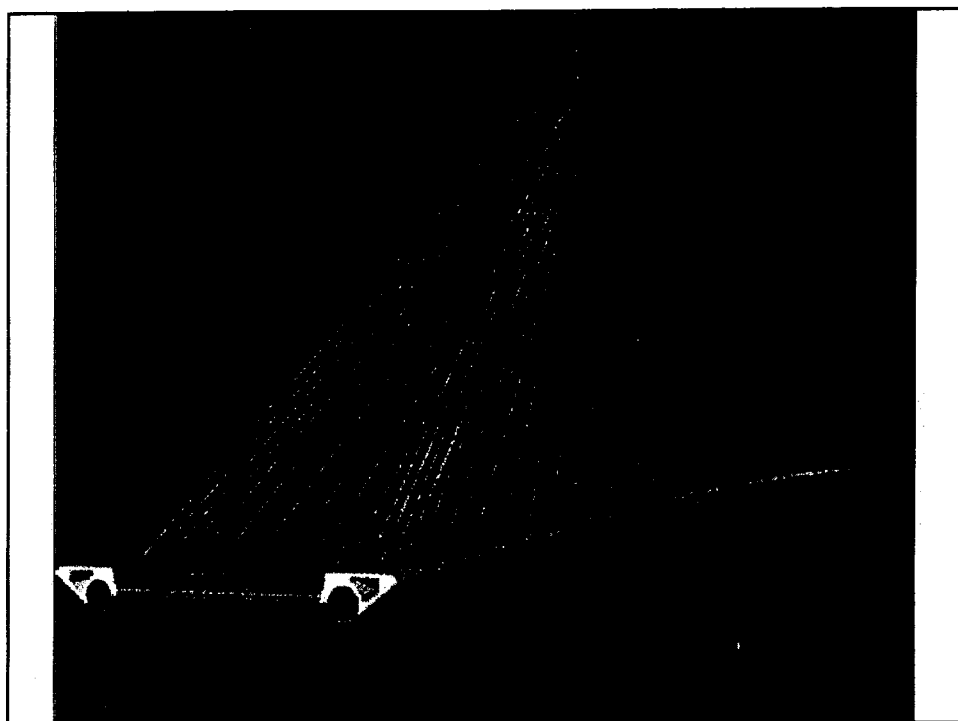
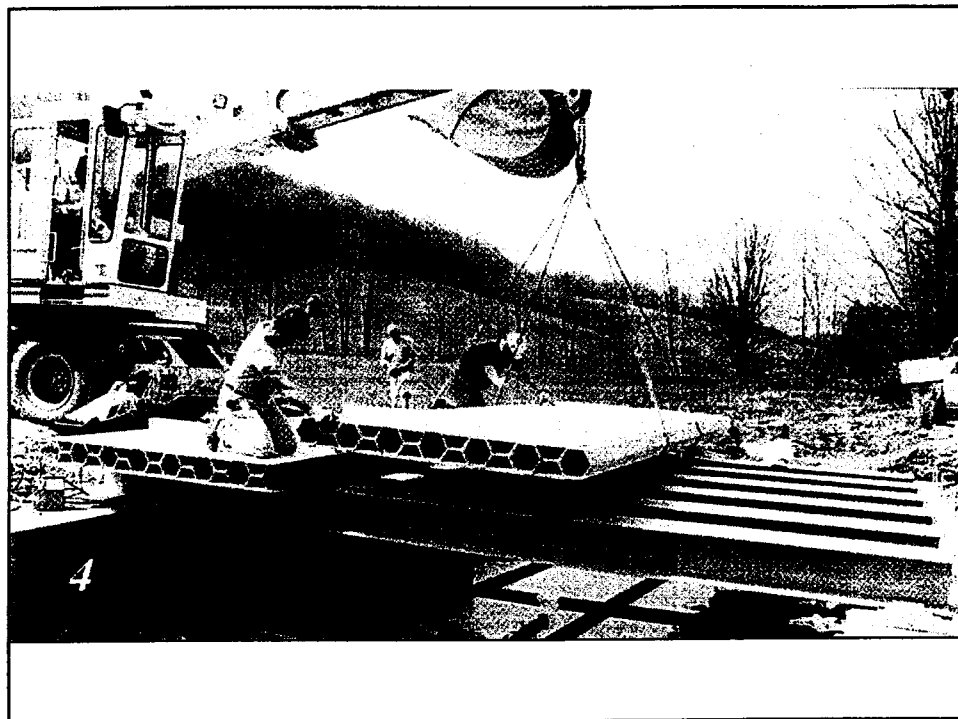
Comp

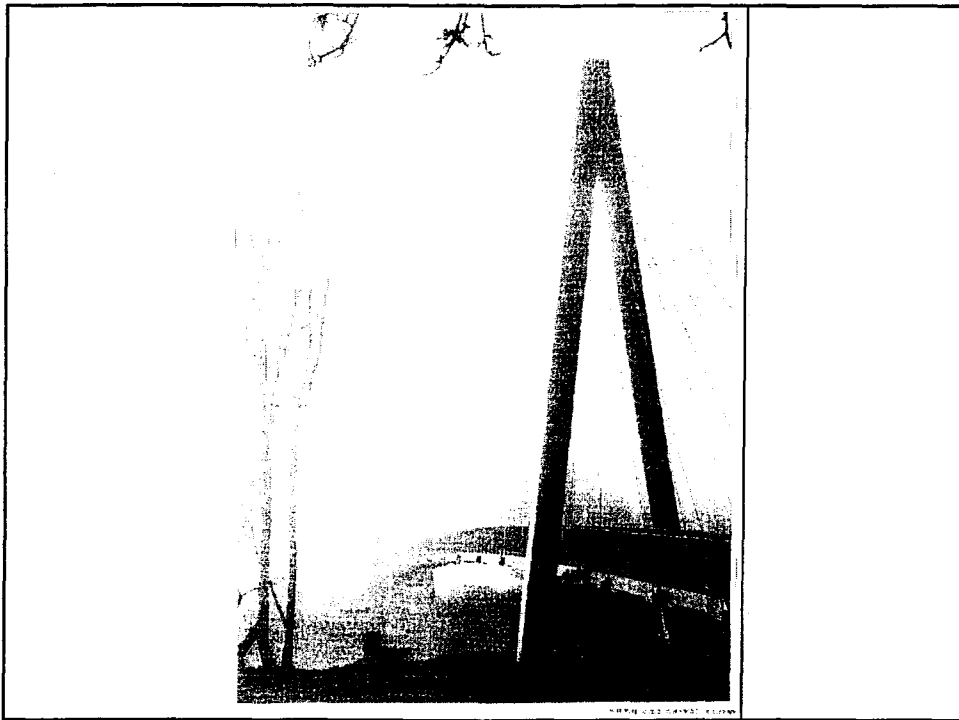


ctures



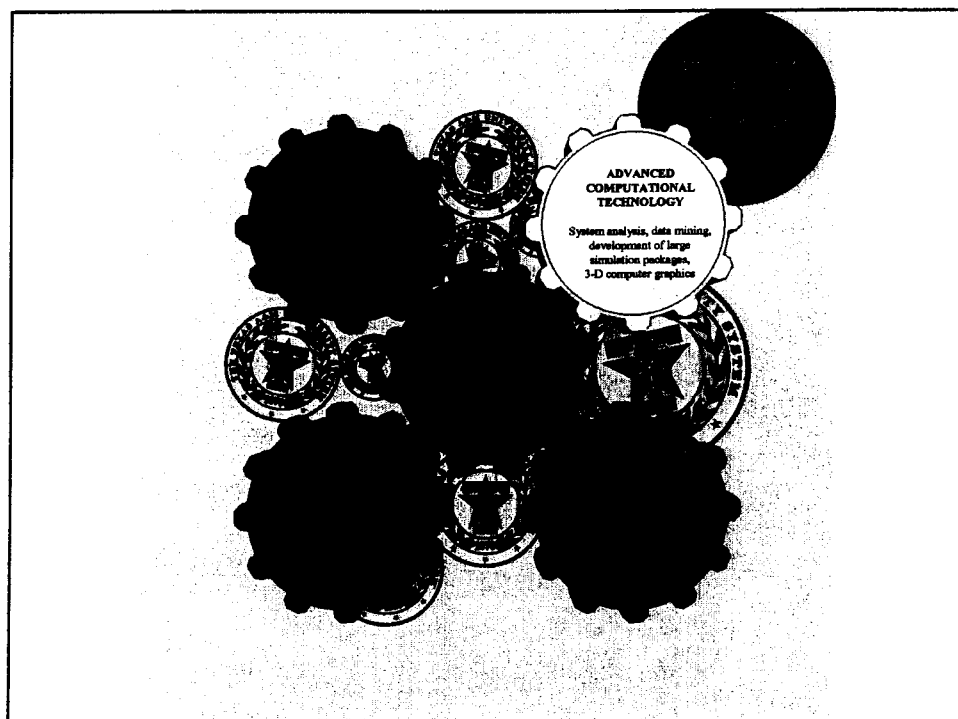
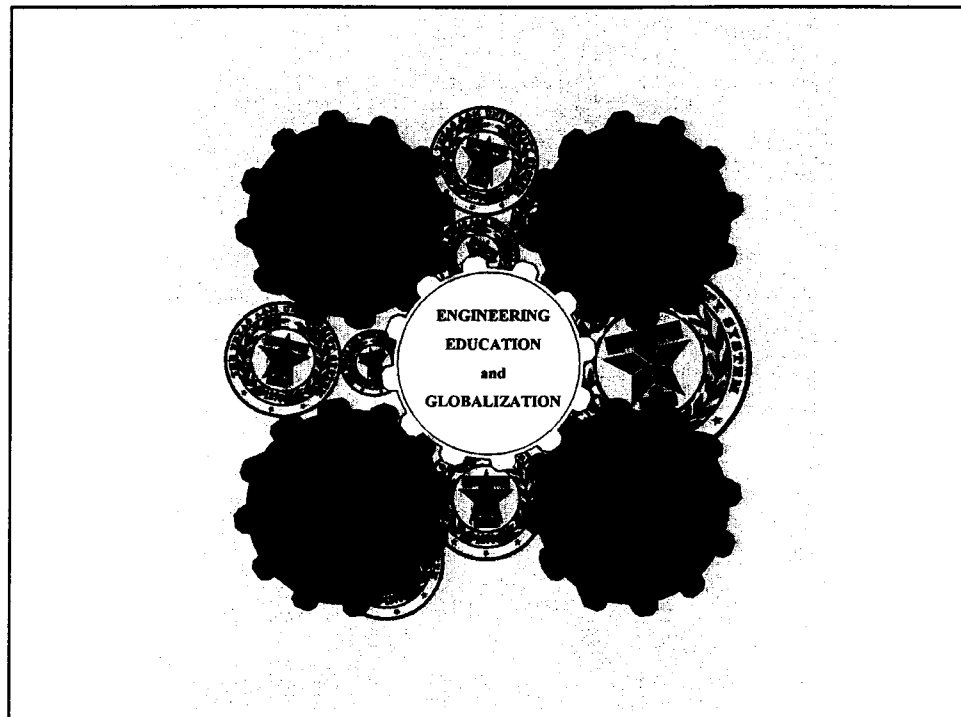


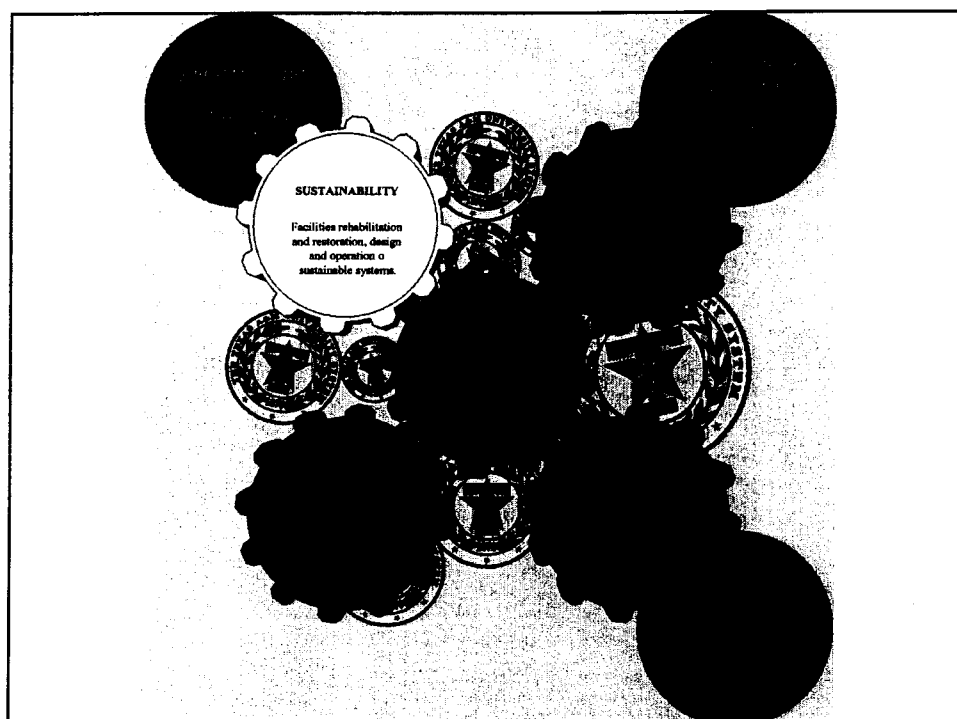
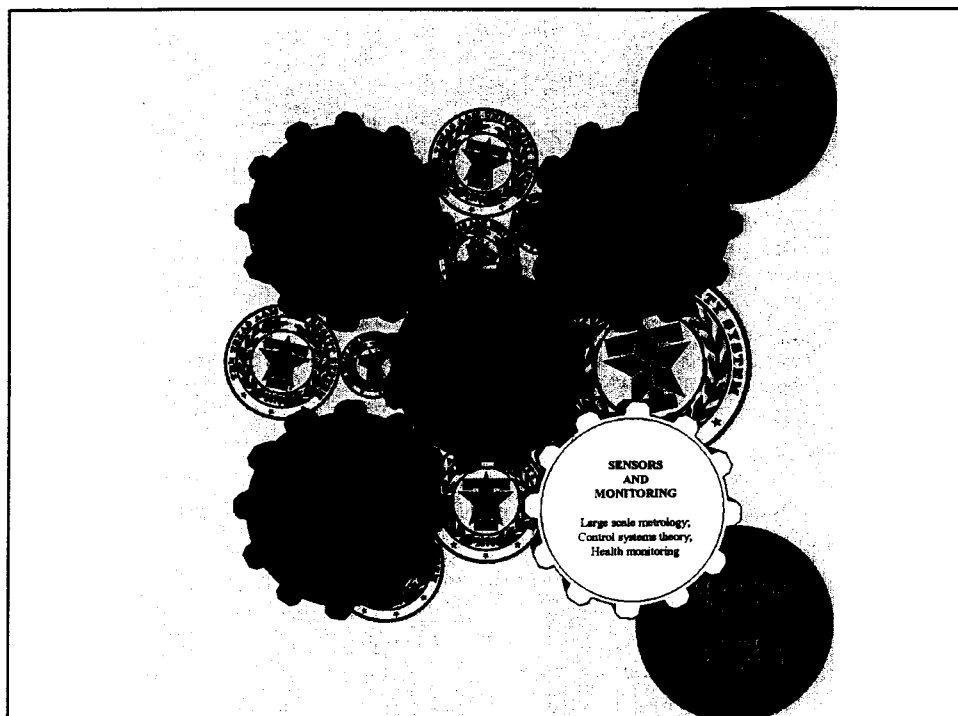


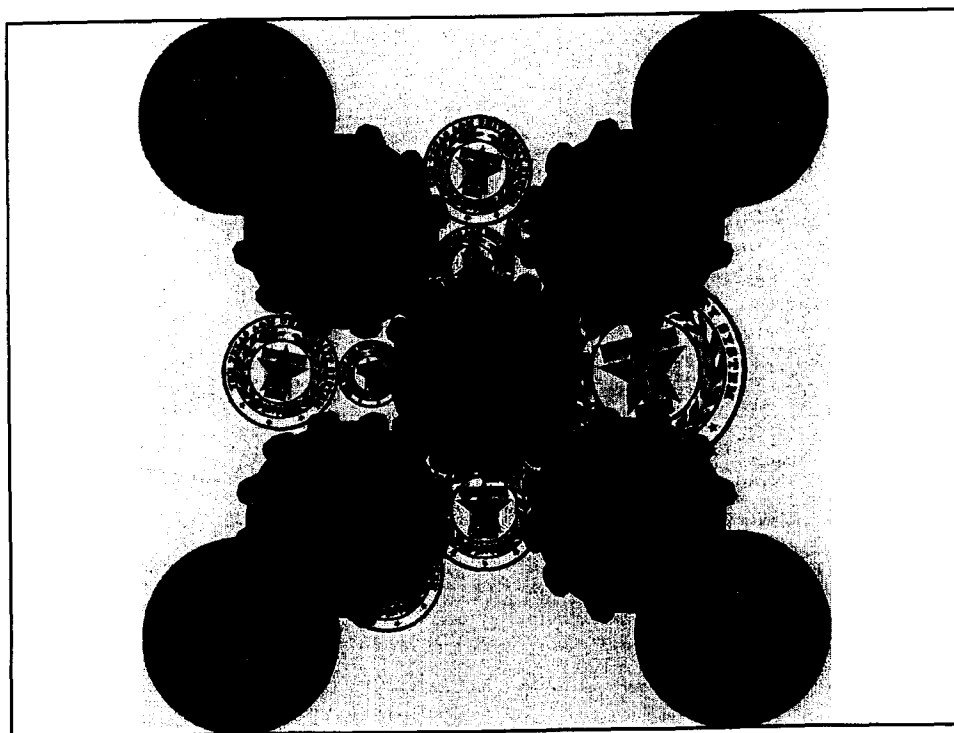
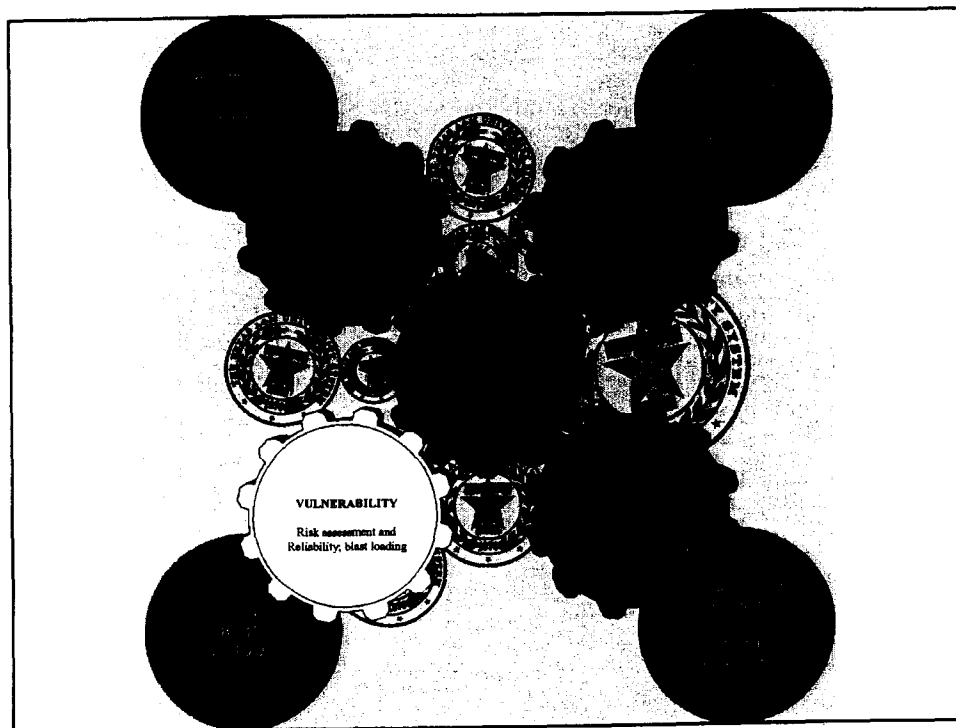


Traditional Areas of Civil and Ocean Engineering

- Coastal
- Estimation
- Environmental
- Geotechnical
- Hydraulics
- Ocean
- Public Works
- Structures
- Transportation







Earthquake Engineering



Barroso



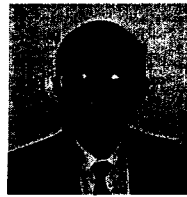
Morgan



Bracci



Hueste



Roesset



Keating

Water Resource Engineering



Brumbelow



Cahill



Olivera



Wurbs

Cooperative Possibilities (Example)

Graduate Students Study Abroad Program

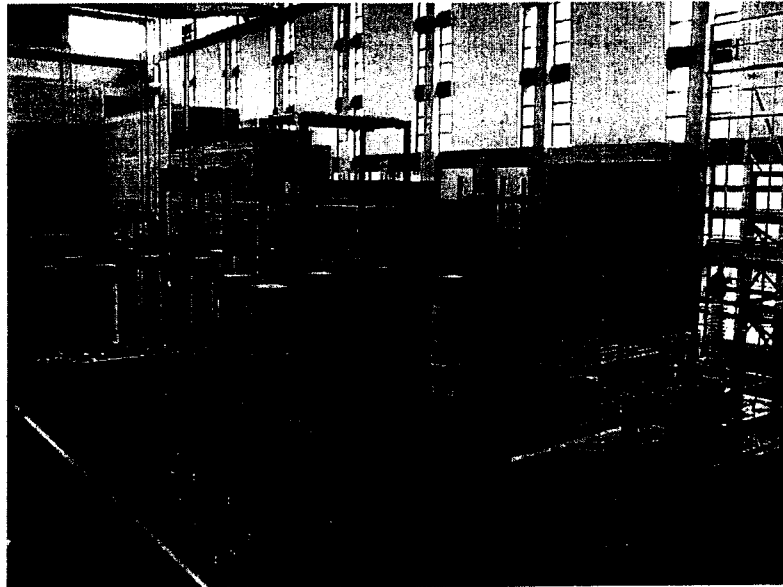
sponsored by

National Science Council, R.O.C. (Taiwan)

No Stranger to Disasters



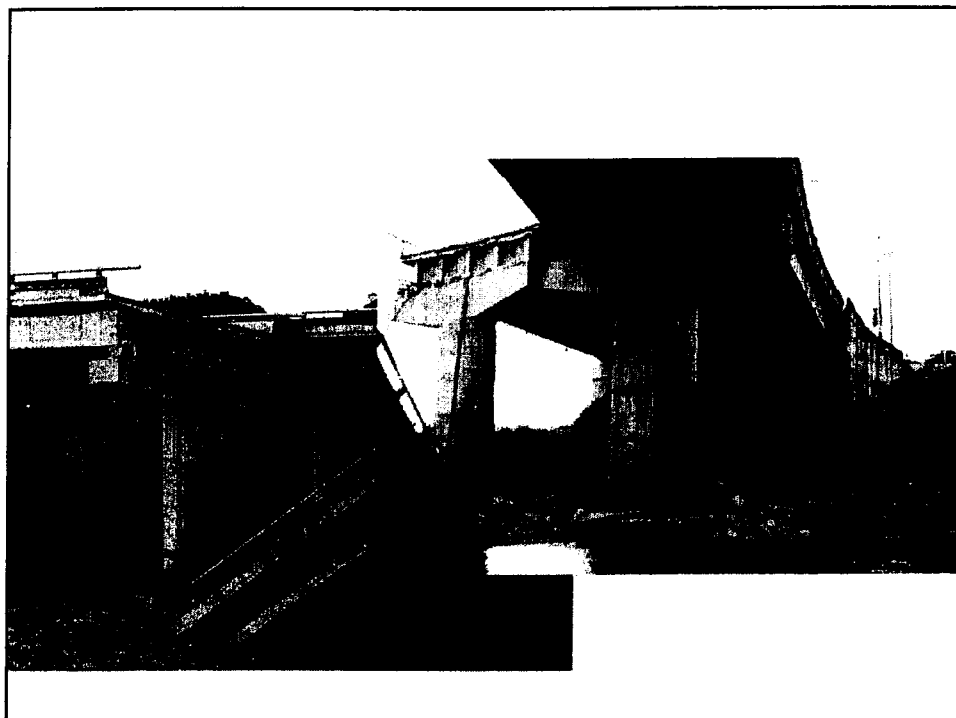
NCREE Busy Lab



Texas A&M Students in Taiwan



Graduate Students in Taiwan



Another Example

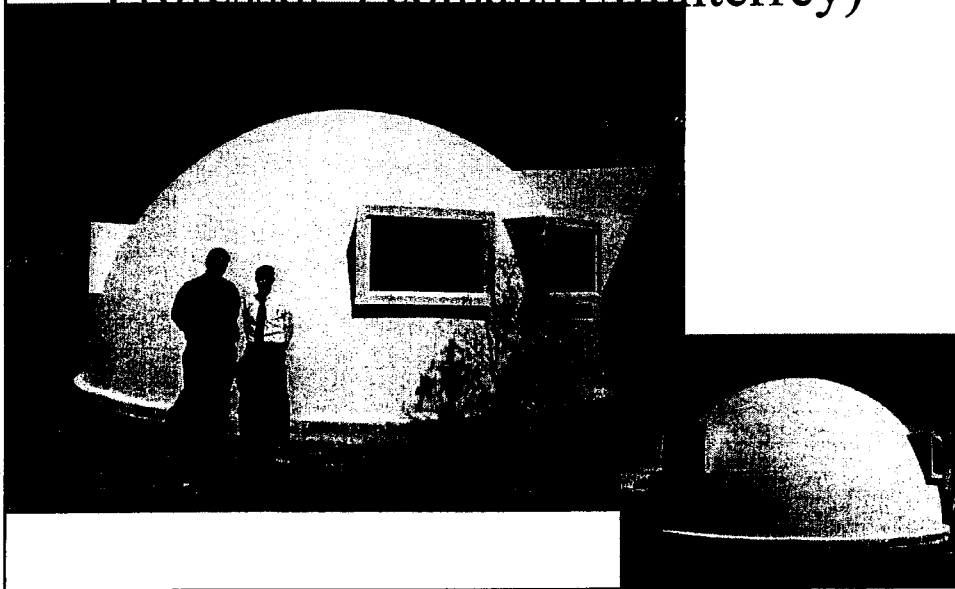
- Low Cost Housing in Mexico – Aftershock



Inside Post-Disaster Dome

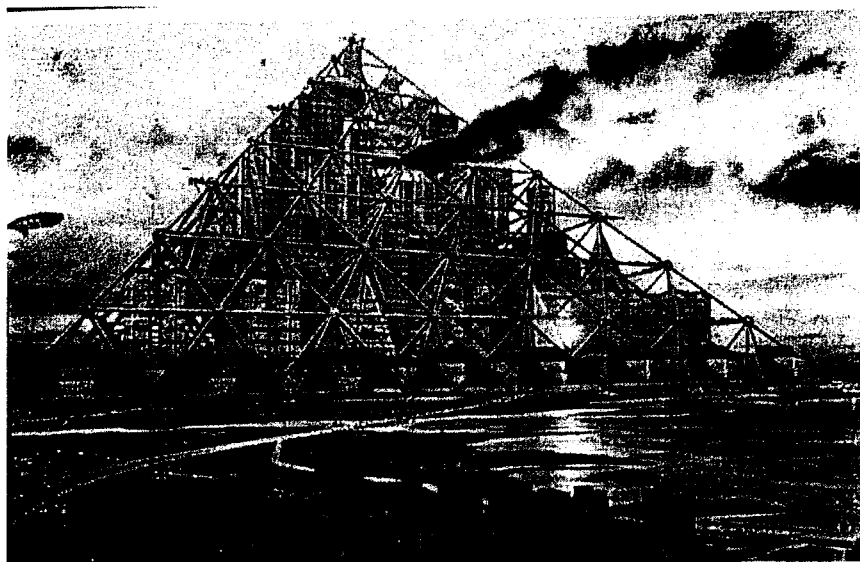


Professor Yeomans (Monterrey)

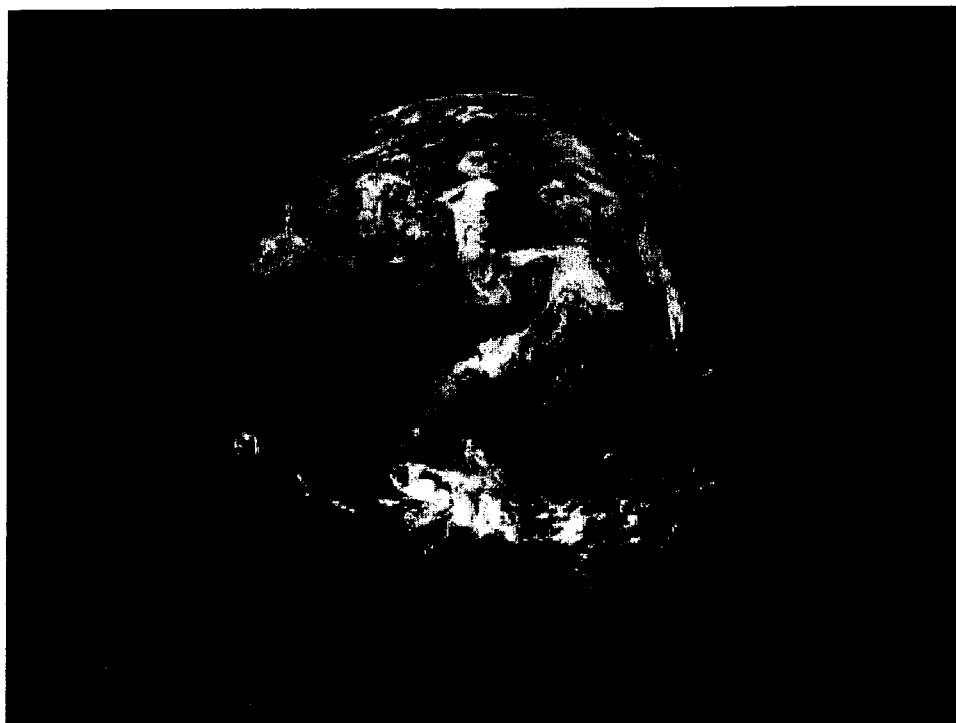


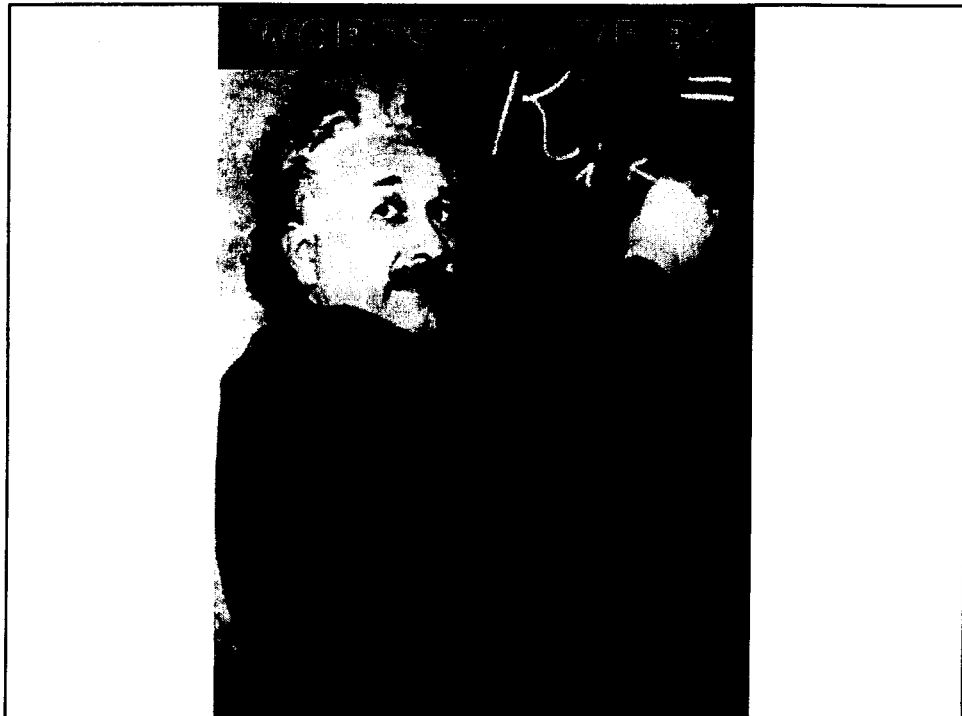
omnem movere lapidem

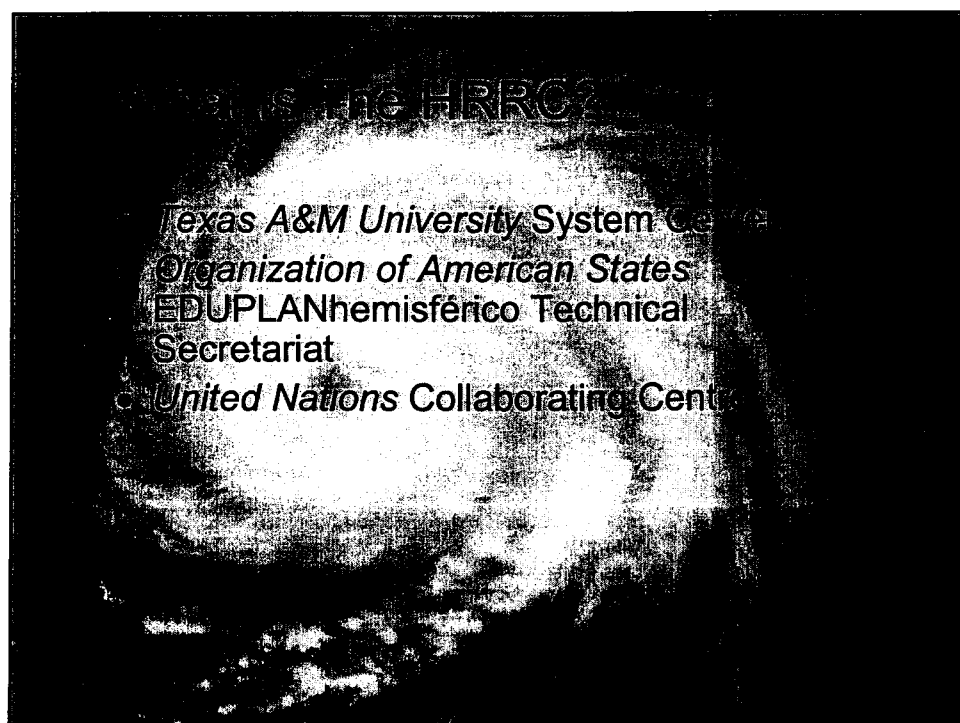
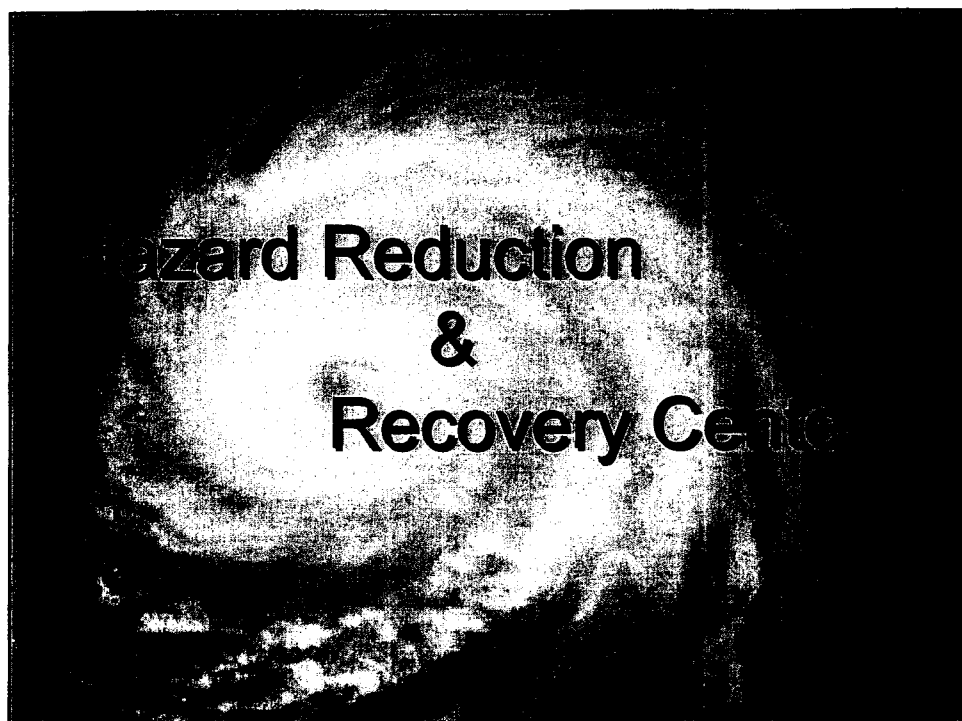


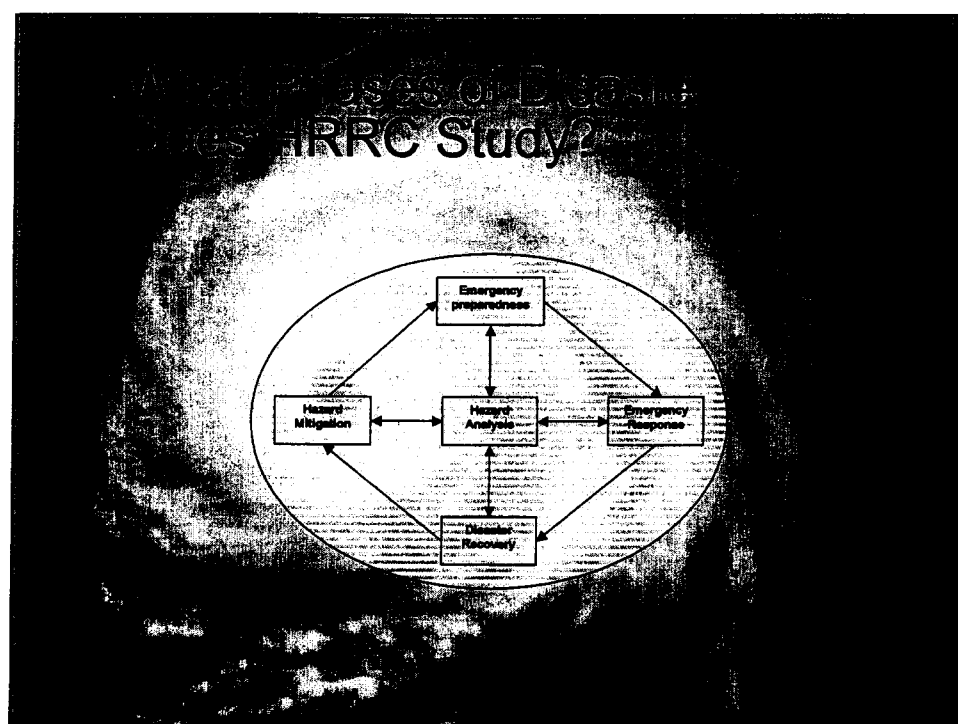
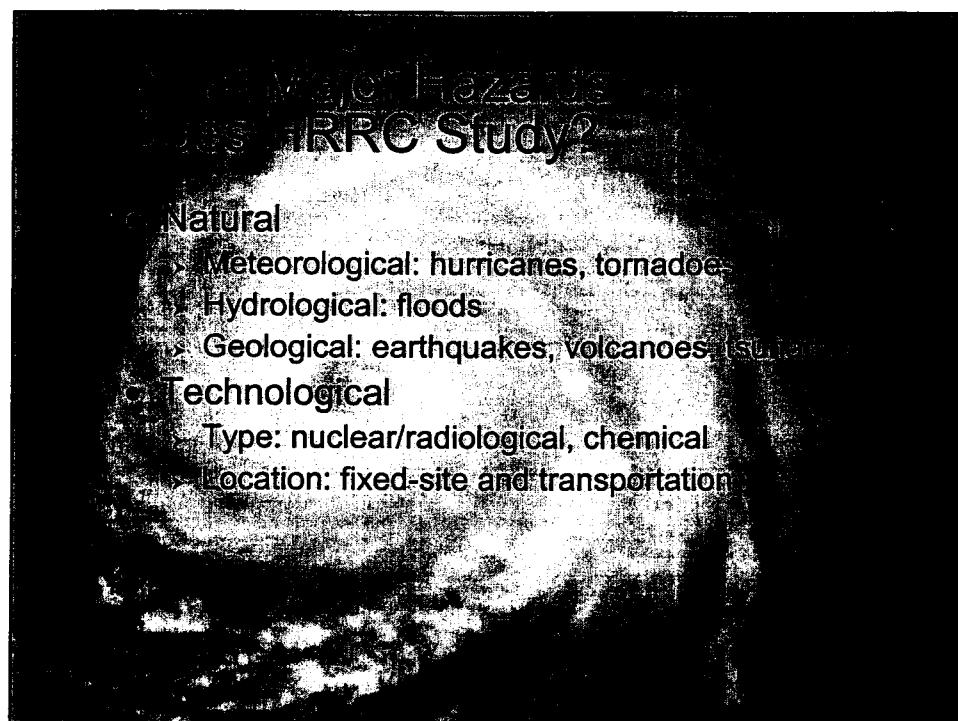


One Foot on the Ground, and Reach for the Sky









What Does HRRC Do?

Research

- All phases of emergency management
 - Mitigation
 - Preparedness
 - Response
 - Recovery
- All types of social units
 - Households
 - Businesses
 - Government agencies: local, regional, national

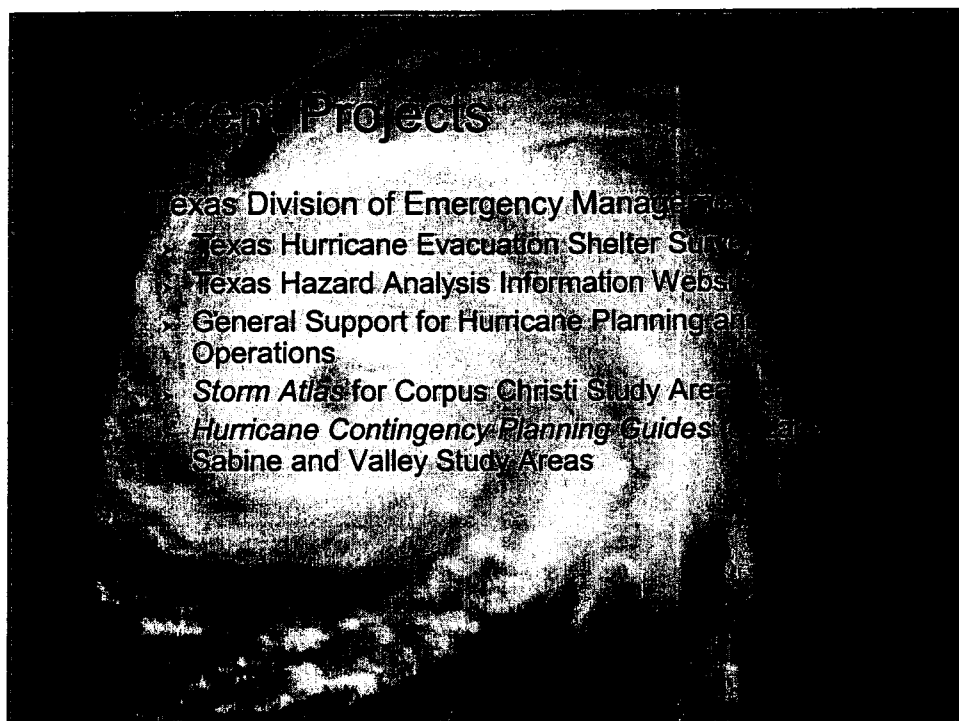
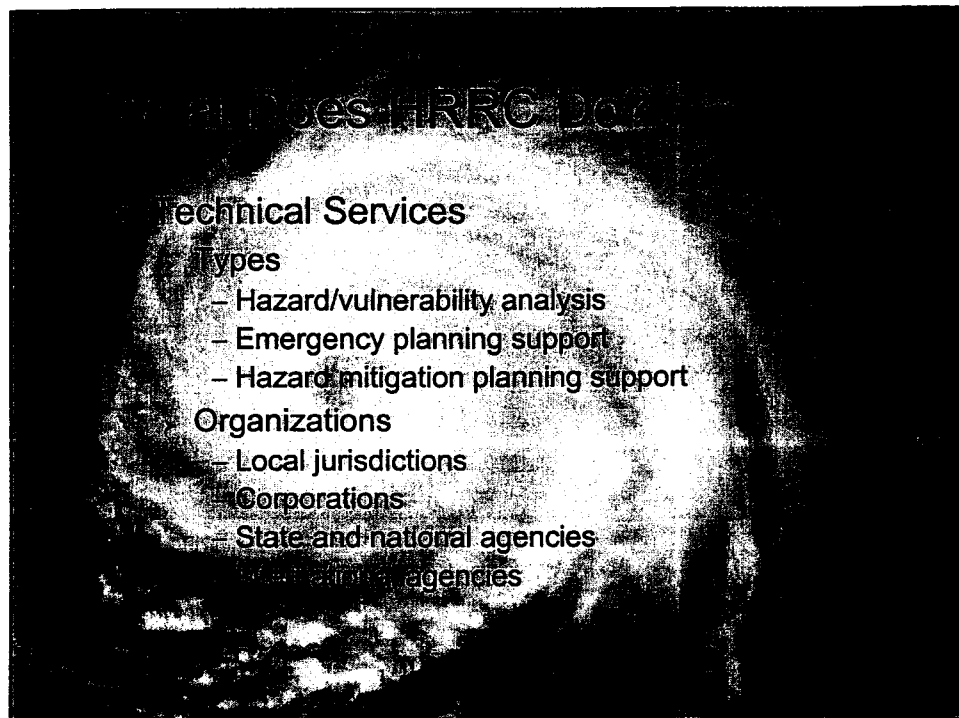
Recent Projects

National Science Foundation

- Adoption of Pre-impact Hazard Adjustment by Households and Complex Organizations
- Organization-based Post-Disaster Sheltering and Housing of Low Income and Minority Groups
- Analysis of Institutional Response to the 9/11 9/21 Earthquake
- Develop an Evacuation Management Decision Support System

Texas Division of Emergency Management

- Hurricane Wilma Post-Storm Assessment
- 2004 Coastal Resident Evacuation Decision Support System



Current Projects

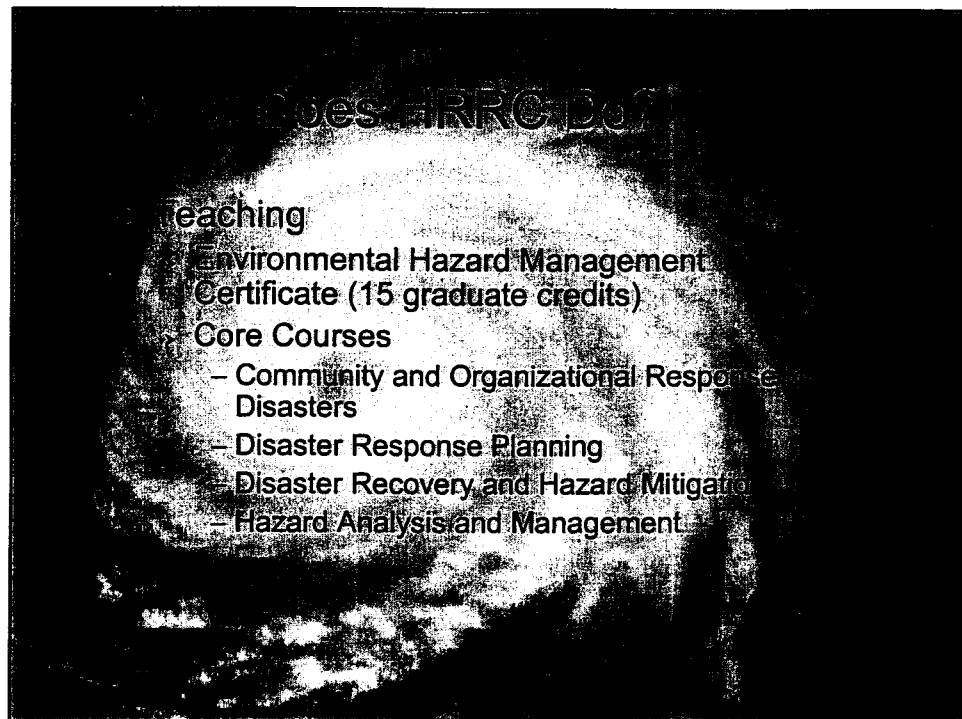
Domestic Sponsors

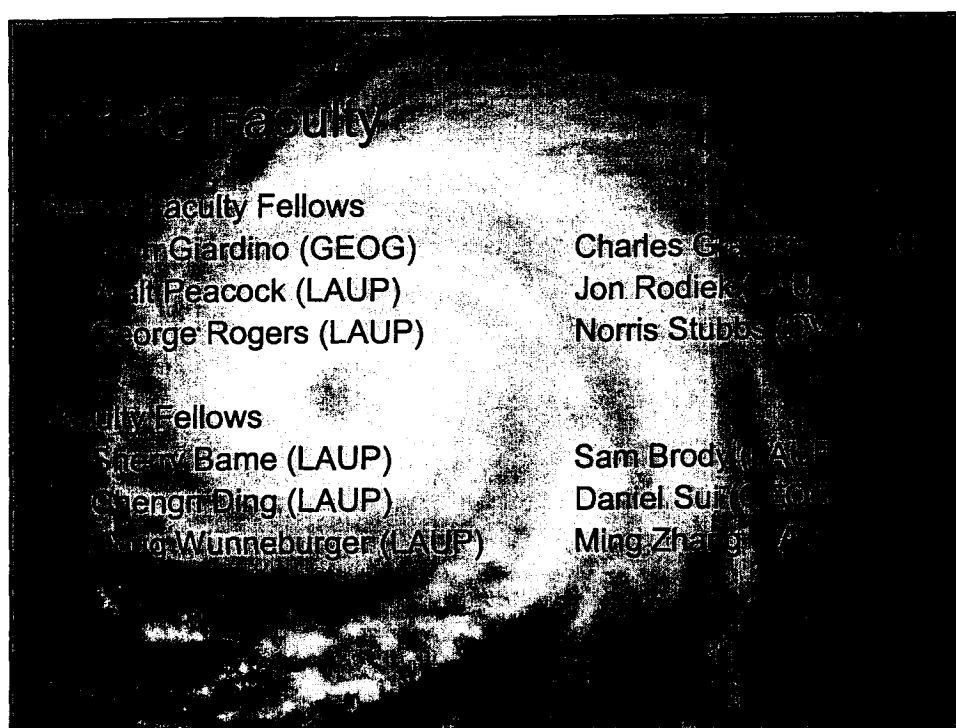
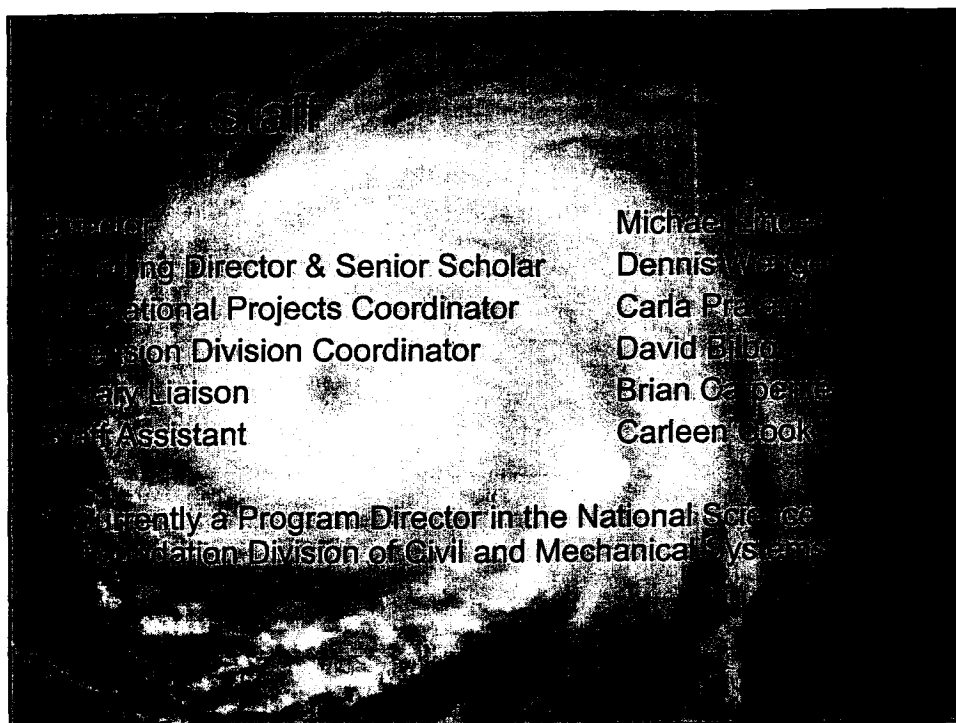
- *Alaska Department of Emergency Services:* Operations and Planning Support
- *Consolidated Edison:* Training for Nuclear Power Plant Accidents
- *Sandia National Laboratories:* Planning Assistance for Bioterrorism
- *Federal Emergency Management Agency:* Anti Introduction to Emergency Management Electronic Textbook

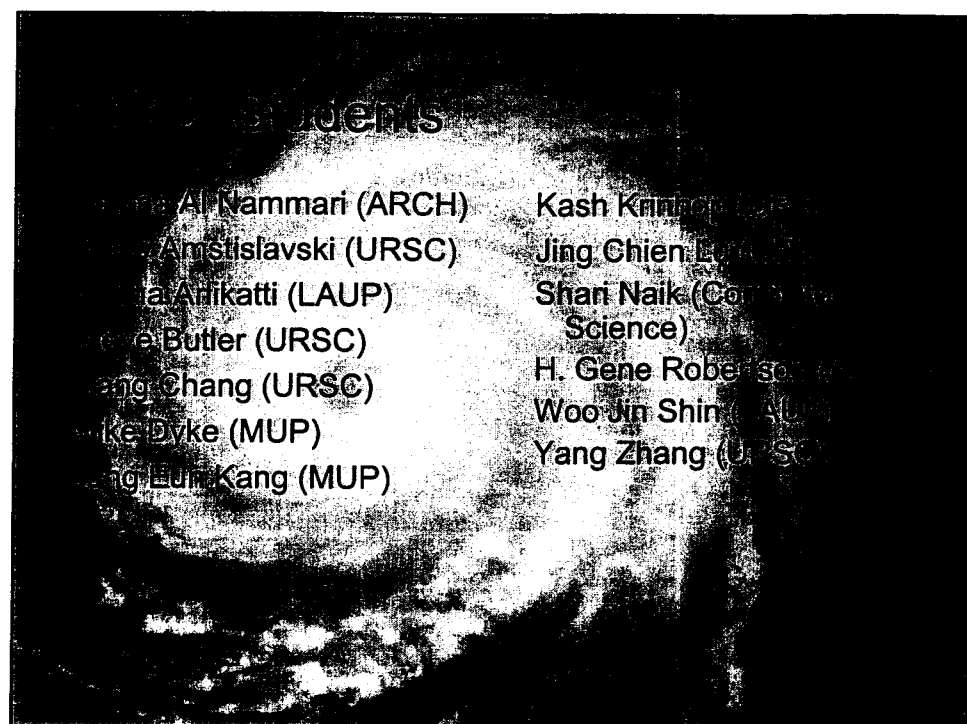
Current Projects

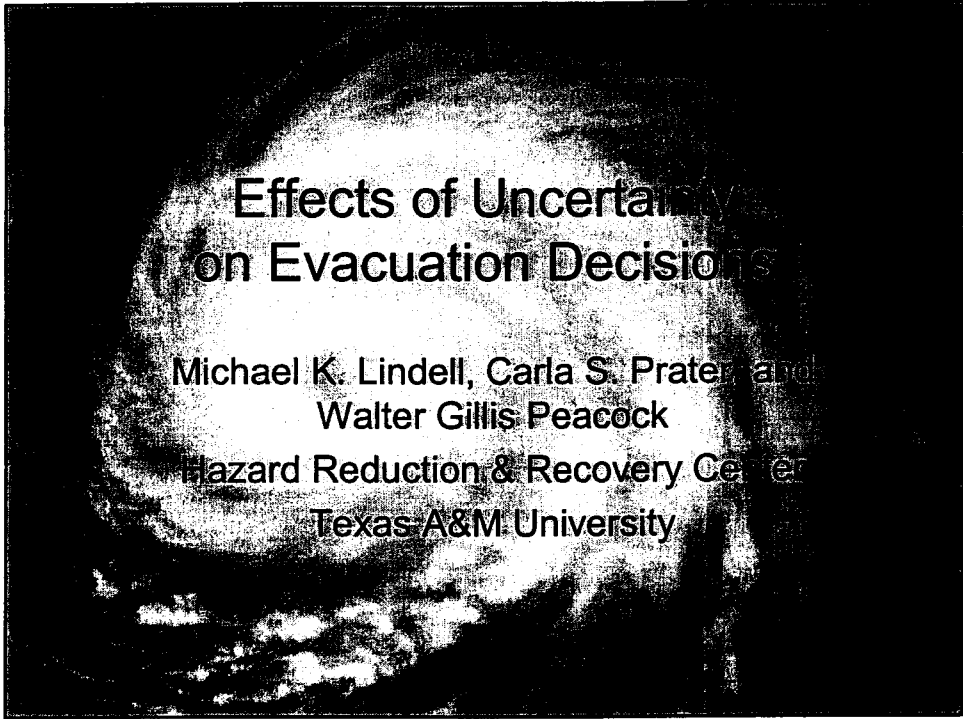
International Sponsors

- *International Development Bank:* Emergency Management Assessment for Santo Domingo
- *United Nations Development Programme:* Technical Assistance for Hazard Mitigation in Costa Rica
- *International Atomic Energy Agency:* Development of Emergency Preparedness Guidance for Nuclear and Radiological Incidents
- *Taiwan Institute of Environment and Disaster Policy:* Advanced Training in Emergency Management









Effects of Uncertainty on Evacuation Decisions

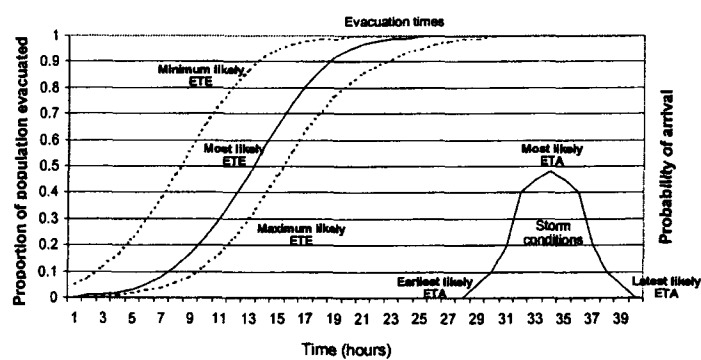
Michael K. Lindell, Carla S. Prater, and
Walter Gillis Peacock
Hazard Reduction & Recovery Center
Texas A&M University

Uncertainty: Effects on local residents

- Households base hurricane evacuation decisions on:
 - Environmental cues (storm conditions)
 - Observation of peers' behavior
 - Information from the mass media (including National Hurricane Center data)
 - Recommendations by local officials
- Thus, one way of improving residents' evacuation decisions is to improve the quality of local officials' recommendations.

Uncertainty: Effects on local officials

- Local officials can process more sophisticated information about uncertainty
- This is especially true for Emergency Management Coordinators (EMCs), who can be trained in evacuation decisionmaking
- The problem is to determine how will EMCs integrate uncertain information about:
 - Evacuation times
 - Storm behavior
 - Risk of evacuation delay
 - Evacuation costs



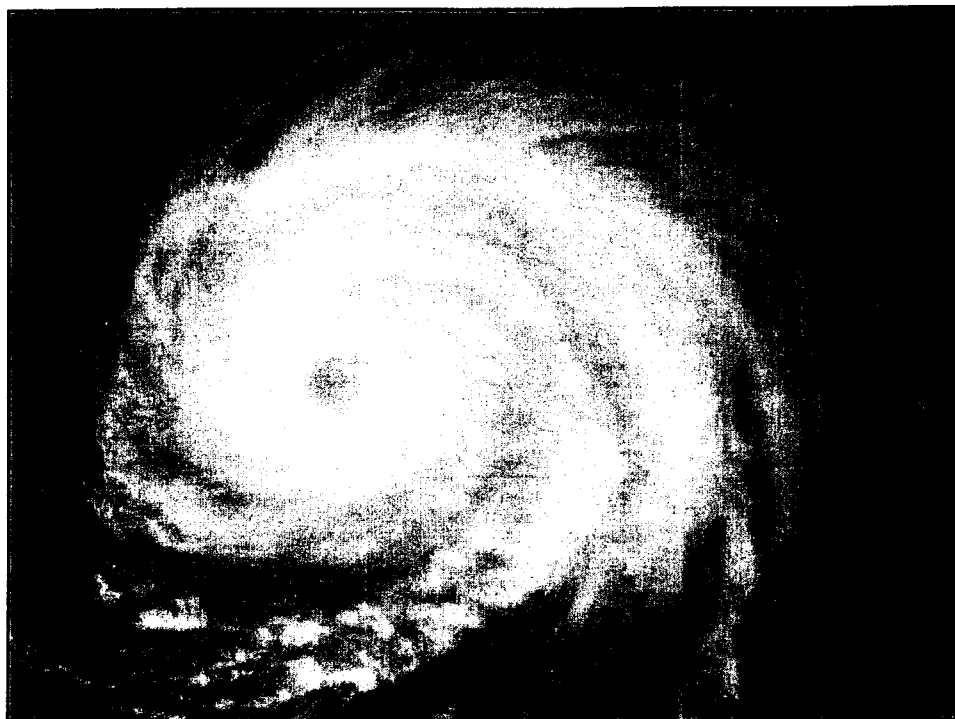
Timeline for evacuation times and arrival of storm conditions

Uncertainty: Effects on local officials

- How do local officials reconcile uncertainties in estimated times of evacuation and storm onset?
 - Earliest likely ETA for storm conditions vs. maximum likely ETA?
 - Most likely ETA for storm conditions vs. maximum likely ETA?
- How does the the estimated probability of storm arrival affect decisionmaking?
- How does the estimated cost of evacuation affect decisionmaking (excessive cautiousness could be expensive)?

Uncertainty: Effects on local officials

- To address these questions, HRRC is developing a prototype Evacuation Management Decision Support System (EMDSS) for research and training that
 - Provides graphical presentation of uncertainties in storm behavior (e.g., storm intensity and forward movement speed)
 - Provides graphical presentation of uncertainties in evacuee behavior (evacuation time estimates)
 - Provides decision support to local decision makers by quantifying the tradeoffs between evacuation risk and evacuation cost/expense



HURRICANE ALPHA		Previous Forecast/Advisory		Current Time		Next Forecast/Advisory	
Current Hurricane Category: THREE		Wednesday 1000 CDT		Thursday 0500 CDT		Thursday 0400 CDT	
Current Forward Movement Speed: 10 mph		13 August 1500 Zulu		14 August 1900 Zulu		14 August 0900 Zulu	
Current Storm Probability: 15%							
Maximum Available Decision Delay Time: 3 hours							

Expected Hurricane Category in 36 hours at 0500 CDT on 14 August	
Hurricane Category	Probability
One	.05
Two	.20
Three	.50
Four	.20
Five	.05

Expected Forward Movement Speed in 36 hours at 0500 CDT on 14 August	
Forward Movement Speed	Probability
0	.05
5	.15
10	.30
15	.15
20	.34
25 or more	.01

Select Storm Conditions at Landfall	☐ Category 1	☐ Category 2	☒ Category 3	☐ Category 4	☐ Category 5
	☐ 5 mph FMS	☒ 10 mph FMS	☐ 15 mph FMS	☐ 20 mph FMS	☐ 25 mph FMS
Select Decision Threshold	☐ Tropical Storm (34 kt / 39 mph) ☒ High Profile Vehicle (50 kt / 57 mph) ☐ Hurricane wind (66 kt / 74 mph)				
Select Planning Horizon	☐ 96 hours ☐ 72 hours ☒ 48 hours ☐ 36 hours ☐ 24 hours ☐ 12 hours				
Select Evacuation Scope	☐ Risk Area 1 ☐ Risk Area 1, 2 ☒ Risk Area 1, 2, 3 ☐ Risk Area 1, 2, 3, 4 ☐ Risk Area 1, 2, 3, 4, 5				

ETAs Based on CAT 3 / 10 mph FMS	
Latest probable ETA High-Profile Tipping (1030)	
Most probable ETA High-Profile Tipping (0900)	
Earliest probable ETA High-Profile Tipping (0700)	
28 hours to Arrival of Tropical Storm Force (34 kt / 39 mph) Wind	
14 August (Thursday)	15 August (Friday)
0400 CDT 1000 CDT 1600 CDT 2000 CDT 0400 CDT 1000 CDT 1600 CDT 2000 CDT	
Maximum probable time of risk area clearance (0230)	
Most probable time of risk area clearance (2400)	
Minimum probable time of risk area clearance (1930)	
ETEs Based on Immediate Evacuation of Risk Areas 1-3	
Evacuation Decision Delay Time (3 hours)	

Percent of Residents Expected to Survive if an Evacuation is Initiated Immediately				
ETA for High-Profile Tipping				
	Earliest	Most probable	Latest	
Evacuation	Minimum probable	100	100	100
Time	Most probable	100	100	100
Estimate	Maximum probable	100	100	100

Expected Marginal Cost of Evacuating Risk Areas 1-3	
Sector	Cost
Residential	\$2,300,000
Commercial	\$1,450,000
Industrial	780,000

The Project in 2002

A Study on Household Adoption of Hazard Adjustments: Influence of Hazard Experience and Community-based Hazard Mitigation Program

Background

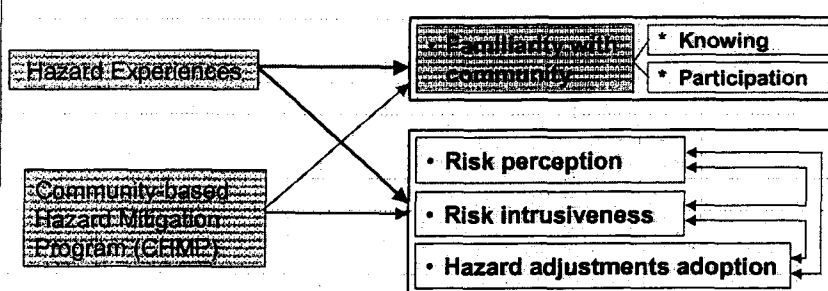
- ◆ NHRC has implemented 4 pilot studies for the Community-based Hazard Mitigation Program.
 - Nantou County.
 - Taipei City.
- ◆ HRRC has conducted a survey on household adoption of seismic hazard adjustments.
 - Southern California.
 - Western Washington.

Objectives

Through the survey, we would like to understand

- residents' states on risk perception, risk intrusiveness, and hazard adjustments adoption.
- whether personal hazard experience can affect his perceived risk, risk intrusiveness, and the adoption of hazard adjustments.
- whether the Community-based Hazard Mitigation Program can affect personal risk perception, risk intrusiveness, and the adoption of hazard adjustments.
- is there any correlation between risk perception, hazard intrusiveness, and the adoption of hazard adjustments.

An Assessment Framework



Characteristics of Study Sites

Location	Community	Type	Hazard Experience	Population (persons)
Nantou County	Shang-Ann	Rural village	• Debris flow (2001) • Landslide • Slope failure	1,500
	Feng-Chiu	Rural village	• Debris flow (1996) • Debris flow (2001) • Landslide • Slope failure	1,200 (include 384 aborigines)
Taipei City	Ming-Shing	Urban community	None (Slopeland hazard risk)	7,383
	Xing-Jia	Urban community	None (Slopeland hazard risk)	6,172

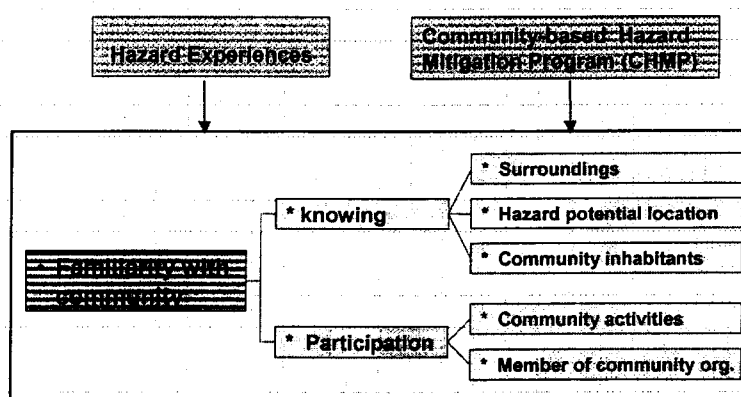
Respondents

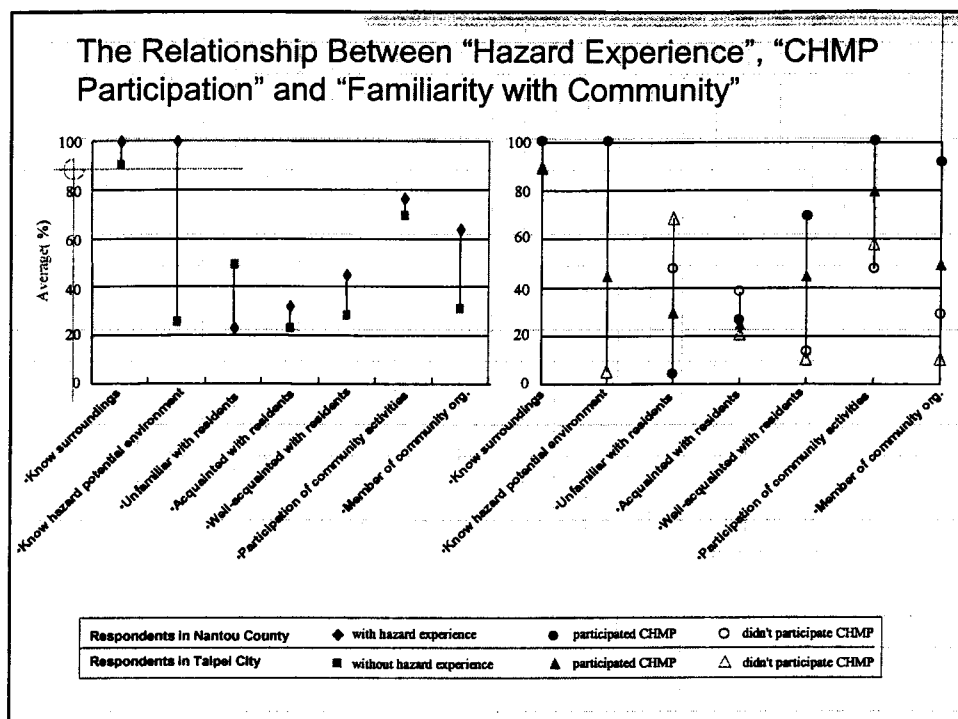
		Hazard experience						
		Yes			No			
		Shang-Ann	Feng-Chiu	subtotal	Ming-Shing	Xing-Jia	subtotal	
Participation of CHMP	Yes	12 persons	14 persons	26 persons	10 persons	10 persons	20 persons	46
	No	12 persons	9 persons	21 persons	9 persons	10 persons	19 persons	40
	subtotal	24 persons	23 persons	47 persons	19 persons	20 persons	39 persons	86

Limitations

- ◆ The number of respondents is very few.
 - For each community, residents who participated the whole courses of CHMP are about 12 persons.
- ◆ Community characteristics are different.
 - The communities with hazard experience are both located in the rural area of Nantou County.
 - Those without hazard experience are both located in the urban area of Taipei City.

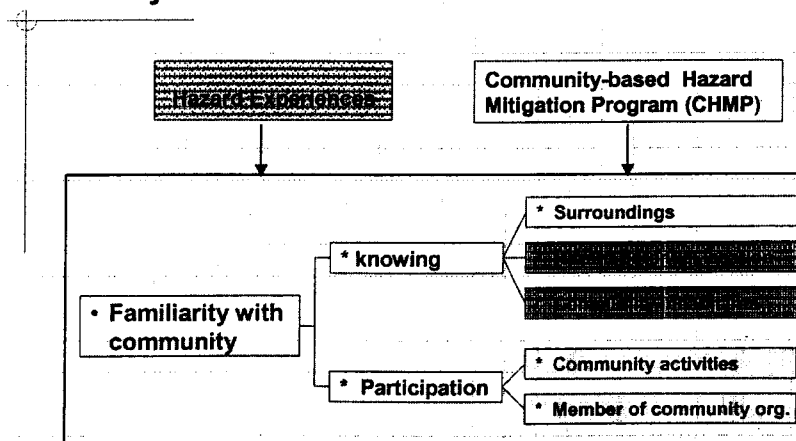
The Relationship Between "Hazard Experience", "CHMP Participation" and "Familiarity with Community"





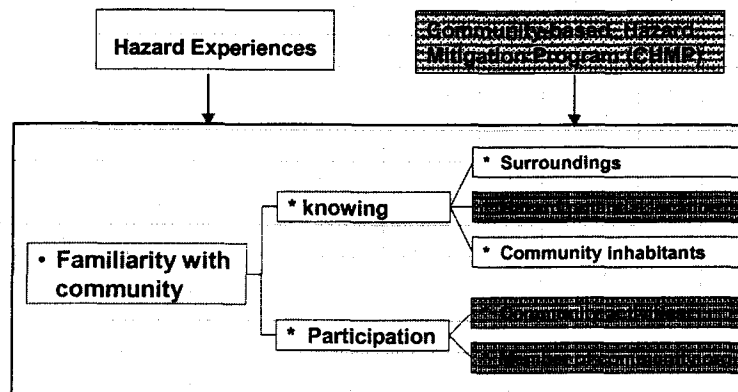
The Relationship Between "Hazard Experience", "CHMP Participation" and "Familiarity with Community"

---- Survey Result



The Relationship Between "Hazard Experience", "CHMP Participation" and "Familiarity with Community"

---- Survey Result



The Relationship Between "Hazard Experience", "CHMP Participation" and ""

◆ Hypothesis 1 :

Residents with disaster (debris flow) experiences will have significantly greater levels of risk perception, risk intrusiveness, and adoption of hazard adjustments.

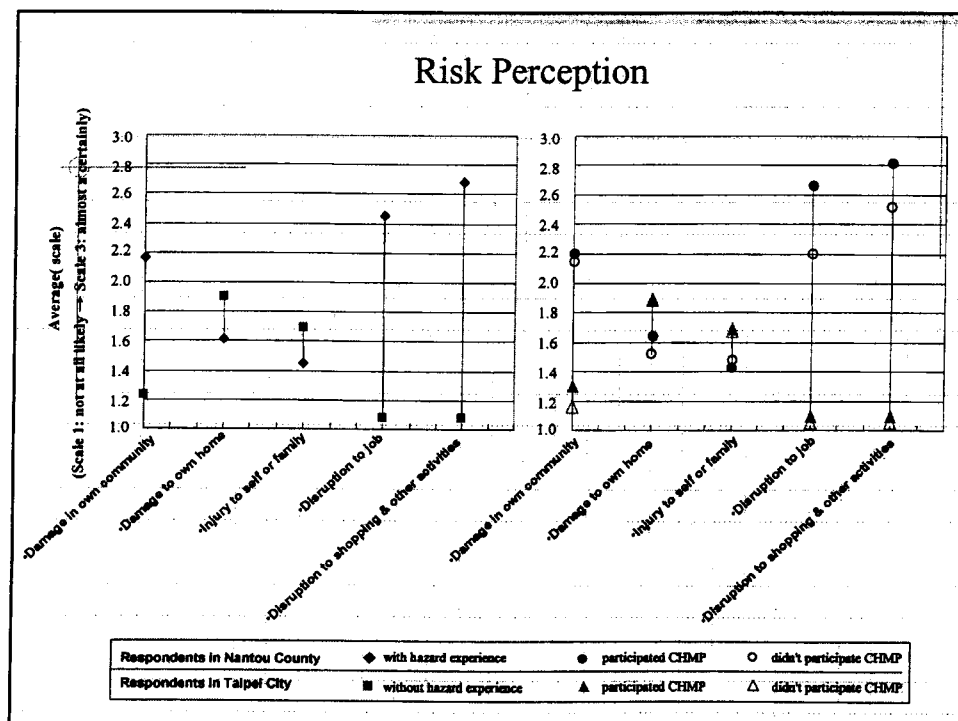
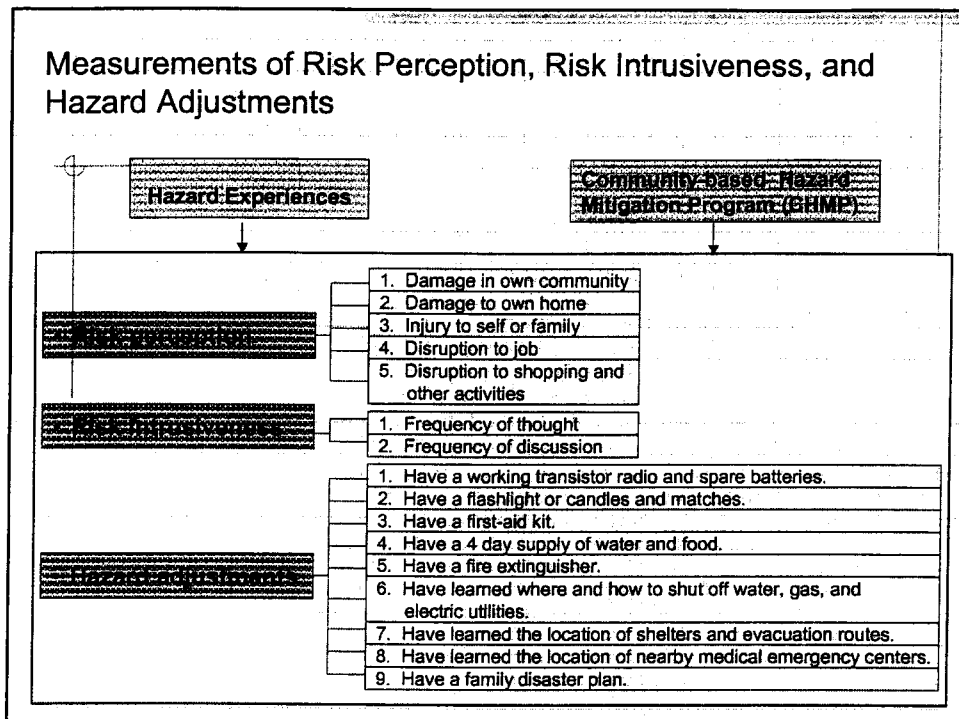
◆ Hypothesis 2 :

Residents who participated in CHMP regularly will have significantly greater levels of risk perception, risk intrusiveness, and adoption of hazard adjustments.

◆ Hypothesis 3 :

The following variables can be ordered in a simple causal chain in which

- (A) risk perception causes risk intrusiveness,
- (B) risk perception causes the adoption of hazard adjustments, and
- (C) risk intrusiveness causes the adoption of hazard adjustments.



Risk Perception

◆ Hazard experience

- Compared to the respondents in Taipei City, those in Nantou County had significantly higher levels of risks perception on (1) damage in own community, (2) disruption to job, and (3) disruption to shopping & other activities. → (the differences are large)

* Location & community characteristics

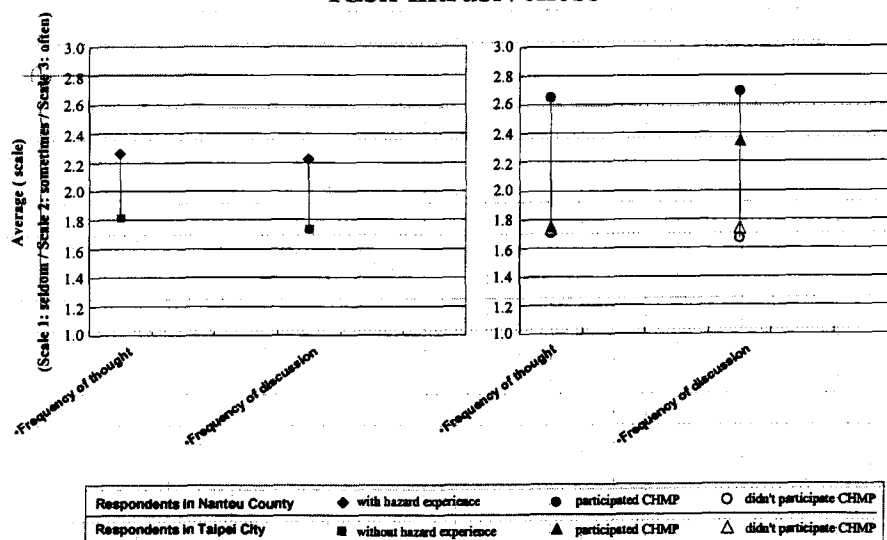
- Compared to the respondents in Nantou County, those in Taipei City had significantly higher levels of risks perception on (1) damage to own home and (2) injury to self or family. → (the differences are small)

* Fire risk perception

◆ Participation of CHMP

- For Nantou County & Taipei City, participants rated their risk perception significantly higher than those who didn't participated.

Risk Intrusiveness



Risk Intrusiveness

◆ Hazard experience

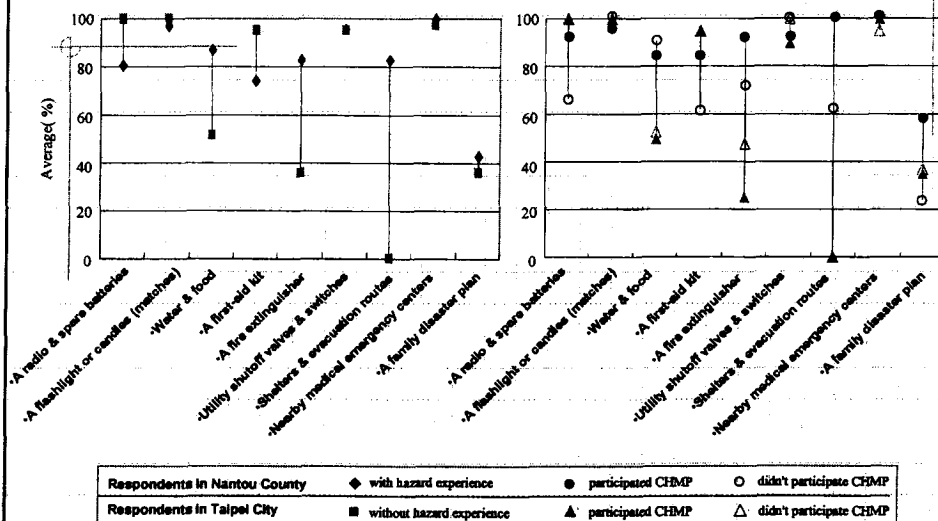
- Compared to the respondents in Taipei City, those in Nantou County reported significantly higher frequency of (1) thinking about and (2) talking about typhoon related hazards.

◆ Participation of CHMP

- For Nantou County & Taipei City, participants rated their risk intrusiveness significantly higher than did those who didn't participated.

(larger differences in the frequency of discussion for Nantou & Taipei)

Hazard Adjustments



Hazard adjustments adoption

◆ Hazard experience

- Nantou County had higher levels of adjustment adoptions on only 5 of 9 adjustments.
- Nantou County had higher levels of adjustment adoptions on (1) water & food supplies and (2) fire extinguisher than those on Taipei City.
* Location
- Nantou County had lower levels of adjustment adoptions on (1) radio & spare batteries and (2) first-aid kit than those on Taipei city.
* Community characteristics (rural & urban)

◆ Participation of CHMP

- For Nantou county (with hazard experience), participants had higher levels of adjustment adoptions than those didn't participated on (1) the location of shelter & evacuation routes and (2) have a family disaster plan.

Results

◆ Test of Hypothesis1

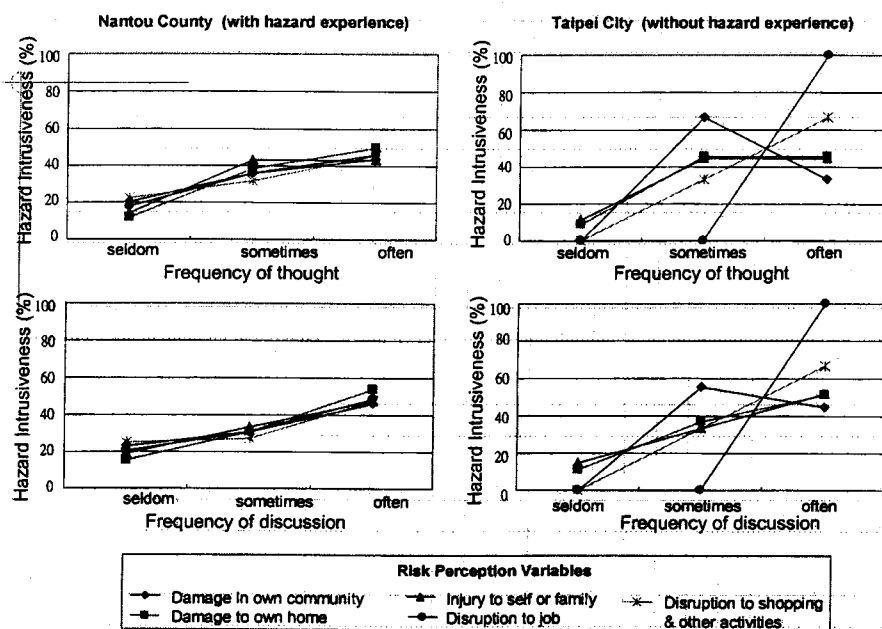
- Support the hypothesis 1 that residents with debris flow experiences had significantly greater levels of risk perception and risk intrusiveness.
- But don't have significant great level in the adoption of hazard adjustments.

◆ Test of Hypothesis2

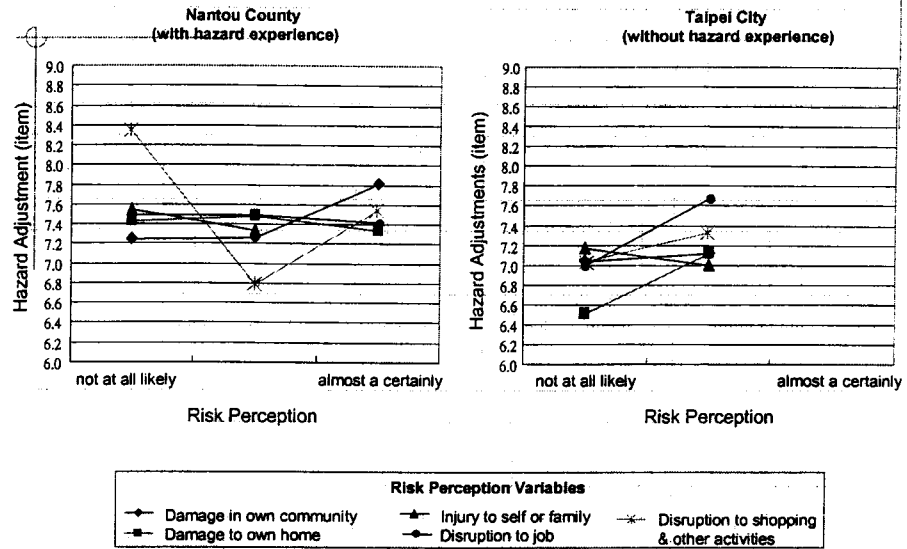
- Those who regularly participated in CHMP will have significantly greater levels of risk perception and risk intrusiveness.
- But don't have significant great level in the adoption of hazard adjustments..

Correlational Analyses

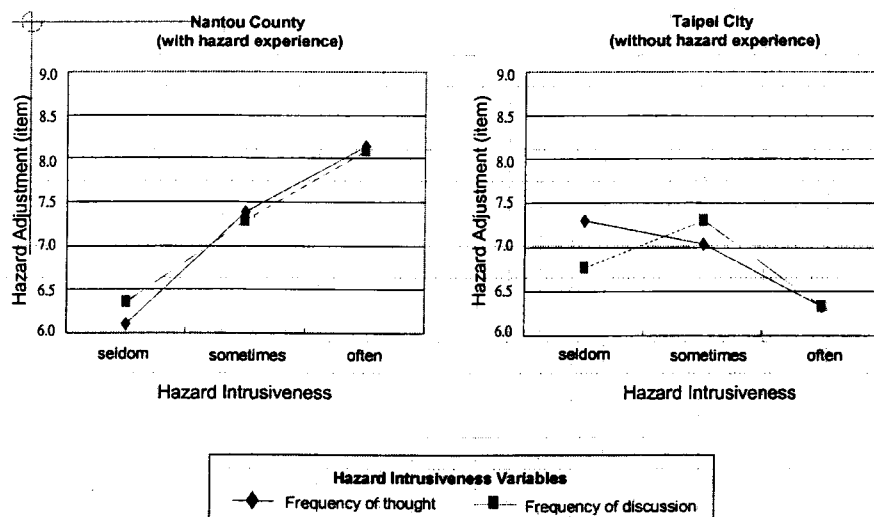
Risk Perception & Hazard Intrusiveness



Risk Perception & Hazard adjustment



Hazard Intrusiveness & Hazard adjustment



Results

◆ Test of Hypothesis 3

- Risk perception variables generally were significantly correlated to hazard intrusiveness variables.
- Risk perception variables had no correlation with hazard adjustment.
- Hazard intrusiveness variables were significantly correlated to hazard adjustment adoption only for the respondents with hazard experience.

Discussion & Suggestions

◆ Hazard Experience

- Compared to the participation variable, the hazard experience variable was more influential on respondents' risk perception and hazard intrusiveness.
- Respondents with hazard experience had a better knowing to hazard potential locations.
- * How to keep people's memory to hazard experience vivid would be an important factor in their risk perception and hazard intrusiveness.

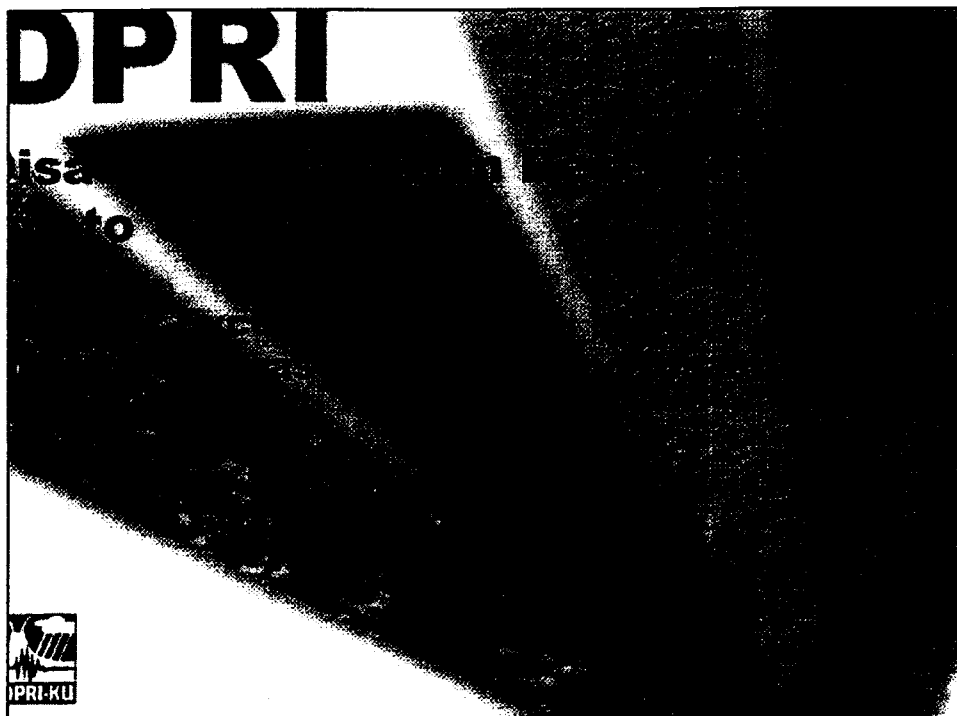
Discussion & Suggestions

◆ The Participation of CHMP

- The participation variable was more influential on respondents with hazard experience.
- The field trip has significantly increased residents' knowing to hazard potential locations especially for residents in Taipei City.
- For respondents with hazard experience, participants had greater number of hazard adjustments than did those who didn't participated.

Demographic Variables

	Nantou County (with hazard experience)	Taipei City (without hazard experience)
Sex (female)	25.6 %	48.7 %
Age	44.5	44.5
Length of residence (years)	12.8	12.8
Education		
• None	6.4 %	2.6 %
• Elementary School	17.0 %	7.7 %
• Junior High School	21.3 %	15.4 %
• Senior High School	44.7 %	30.8 %
• College graduate	10.6 %	33.3 %
• Graduate school	0 %	10.3 %
Family unit		
• Couple	19.1 %	12.8 %
• Nuclear family	46.8 %	71.0 %
• Joint family	34.0 %	15.4 %
Occupation		
• None	17.0 %	56.4 %
• Public institutes	6.4 %	10.3 %
• Agriculture	53.2 %	0 %
• Cooperation	2.1 %	10.3 %
• Industry	12.8 %	10.3 %
• Business	6.4 %	10.3 %
• Others	2.1 %	2.6 %



History

- 1951 Established with 3 departments (Basic Science and Technology Research, Flood Damage Research, Earthquake Engineering and Wind Resistant Structures)
- 1995 Set up 16 research sections, 4 research centers, 5 observatories and 2 laboratories (that study almost all natural disasters, including earthquakes, volcanoes, landslides, debris flows, floods, heavy rainfall, storm surges, tsunamis, rapid erosion, severe storms and strong wind)

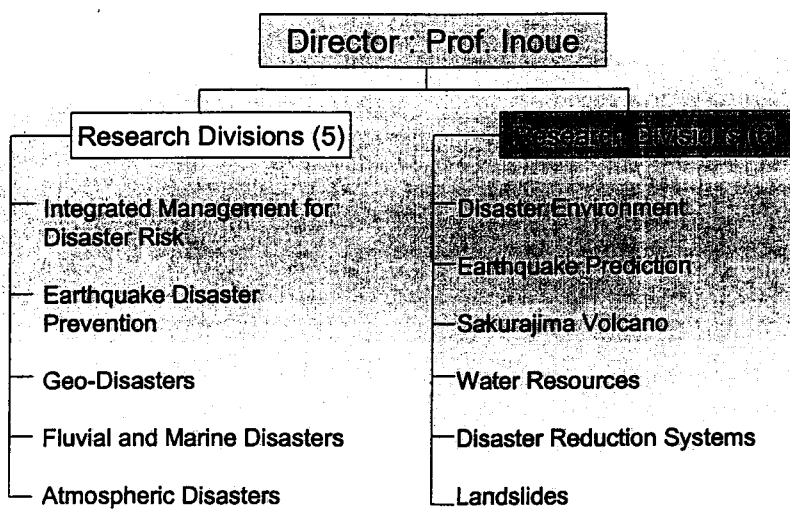


History-continue

- 1996 Reorganized its constitution into 5 research divisions and 5 research centers to respond more flexibly to the ever changing research needs and to widen the research field by linking physical and engineering research with the human, social, and management sciences.
- 2003 Set up research center on landslides



Organization





Staffs

• Professors	34
• Associate Professors	33
• Research Associates	37
• Technicians	26
• Visiting Professors & Researchers	8
• Part-time Researchers	27
• Others	76



Research Divisions

• Integrated Management for Disaster Risk
• Earthquake Disaster Prevention
• Geo-Disasters
• Fluvial and Marine Disasters
• Atmospheric Disasters



Integrated Management of Disaster Risk

- Regional Disaster Risk Management
 - Quality of Safety
- Infrastructure and Logistics
 - Quality of Infrastructure
- Safety Control of Urban Space
 - Quality of Life
- Environmental Disaster Management
 - Quality of Environment
- International Disaster Research Collaboration



Earthquake Disaster Prevention

- Strong Motion Seismology
 - Reliable Strong Ground Motion Prediction
- Dynamics of Foundation Structure
 - Simulation of Ground Motion, Dynamics of Foundation, Vibration Monitoring Techniques
- Structural Dynamics
 - Vibration Control of Urban
- Earthquake Resistant Structures
 - Establishment Technologies for Safety of Structures during Earthquake



Geo-disasters

- **Geomechanics**
 - Mechanisms and mitigation of Urban Geo-disaster
- **Mountain Disaster**
 - Mechanisms of Slope processes, such as weathering, gravitational deformation, erosion etc.
- **Slope Conservation**
 - Mechanisms and Integrated Control measures for rapid Mass Movements



Fluvial and Marine Disasters

- **Sediment Disaster**
 - Process of sediment production, transport, and deposition
- **Flood Disaster**
 - Distributed spatial info. Modeling for Real-time Flood forecasting and control etc.
- **Urban Flood Control**
 - Mechanisms of Urban Flood Disaster, Design and Evaluation of countermeasures against Urban Flood etc.
- **Coastal and Offshore Disaster**
 - Study of Various Hydrological Phenomena in Coastal or Offshore Zones to Establish Reliable Design Parameters



Atmospheric Disasters

- **Applied Climatology**
 - Abnormal Weather and Climate Change in Relation to the Atmospheric and Oceanic General Circulation
- **Severe Storms**
 - Research on Severe Storms, Meso and Regional scale Atmospheric Environment
- **Wind Resistant Structures**
 - Wind Resistant Performance of Structures, Wind Characteristics in Urban Area and Wind Environment around Structures



Research Centers

- Disaster Environment
- Earthquake Prediction
- Sakurajima Volcano
- Water Resources
- Disaster Reduction Systems
- Landslides



Disaster Environment

- **Hydroscience and Hydraulic Engineering**
 - Experimental Study in Ujigawa Hydraulic Laboratory and Field Observation on Water-caused Disaster
- **Sedimentation and Waterfront Geohazards**
 - Field Study of Sediment Transport in Hodaka Sedimentation Observatory,
- **Meteorological and Coastal Hazard & Environment**
 - Observational Investigation on Meteorological, Hydrodynamical, and Ecological Issues
- **Seismic Hazards**
 - Assessment of Seismic risks of low-lying water front area



Earthquake Prediction

- **Laboratories(9)**
 - Earthquake Source Mechanics
 - Seismotectonics
 - Crustal Movements
 - Seismic Activity Studies
 - Earthquake Prediction Observations
 - Earthquake Prediction Information Processing
 - Earth Interior
 - Data Processing and Analysis
 - Real-time Seimology
- **Observatories(8)**
 - Kamitakara, Hokuriku, Abukuma, Tottori, Donzurubo, Usakayama, Tokushima and Miyazaki Observatories



Sakurajima Volcano

- Observation and Field Surveys of Kirishima Volcano belt zone, including Sakurajima Volcano
 - Structures of Shallow Magma Systems
 - Mechanics of Volcanic Eruptions
 - Volcanic Eruption Predictions
 - Magma Genesis and Volcanoes
 - Chronology of Calderas and Volcanoes
 - Volcanic Activity and Regional Tectonics



Water Resource

- Cooperative Network on Water Research
 - GIS-based Methodology for Water Resources Planning and Management, Change of Water Circulation, Hydrology on Global Scale
- Global Hydrology
 - Planning and Management of Droughts, Physical Environment and Ecosystems along a River System, Land-Atmosphere
- Urban and Regional Hydrology
 - Change in Storm-Water and Pollutant Runoff by Urbanization, Modeling of the Hydrological Cycle in Urban Areas, etc.
- Water Resources Systems Planning
 - Planning and Management of Regional Water Utilization Systems, Support Systems for Water Resources Management, Long-Term Forecasting of Water Resources etc.



Disaster Reduction Systems

- **Hazard Mitigation: Reducing Direct Loss**
 - Prediction of Hazards and Losses for Disaster Management
- **Preparedness and Societal Reactions: Reducing Indirect Loss**
 - Disaster Ethology, Reconstructions and Rebuilding Processes
- **Urban Design and Planning: Avoiding Direct and Indirect Loss**
 - Design of Safer Cities, Disaster Management Plans
- **Information and Intelligence: Reducing Human Loss and Suffering**
 - Disaster Processes, Simulation of Mega-scale Disaster
- **Networking**
 - Database "SAIGAI", International Adjunct Research Professorship



Landslides

- Mechanisms of Long Run-Out Fluidized and Assessment of Hazard Areas
- Initiation Mechanisms and Prediction of Occurrence of Earthquake-Triggered Landslide
- Landslide Risk Mitigation and Protection of World Heritages
- Development of Soil Testing Apparatuses
- Time Prediction of Landslides
- Development of Reliable and Practical Monitoring Technique



Research Facilities

Research Center for Disaster Environment

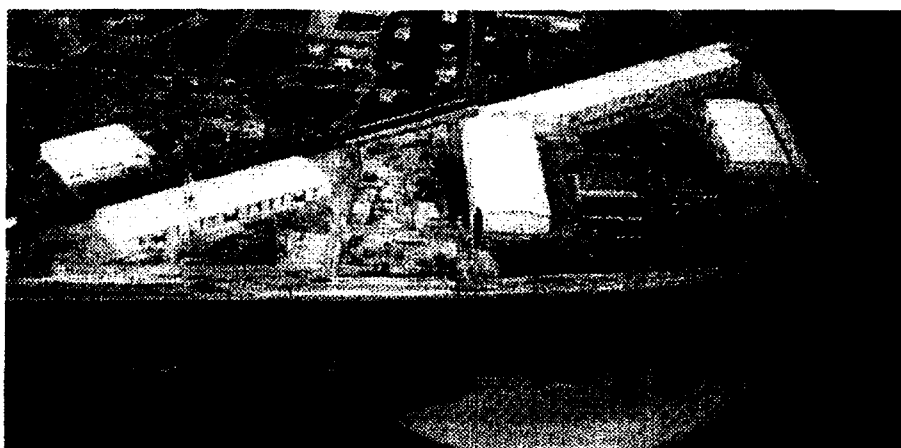
- A Ogata Wave Observatory
- B Hodaoka Sedimentation Observatory
- C Ujigawa Hydraulics Laboratory
- D Shirahama Oceanographic Observatory
- E Shionomisaki Wind Effect Observatory
- F Tokushima Landslide Observatory

Sakurajima Volcano Research Center

- O Sakurajima Volcanological Observatory

Research Center for Earthquake Prediction

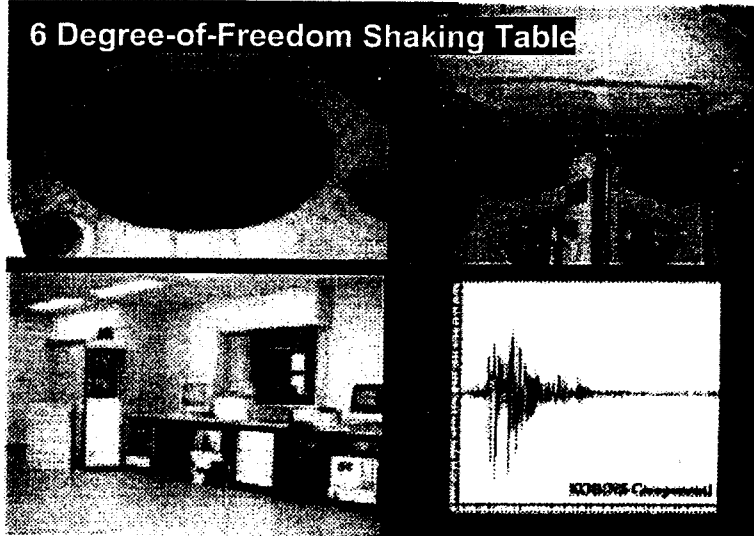
- G Kamitakara Observatory
- H Hokuriku Observatory
- I Okayama Observatory
- J Dazurbo Observatory
- K Tottori Observatory
- L Miyazaki Observatory
- M Abuyama Observatory
- N Tokushima Observatory





Underwater seismic table

6 Degree-of-Freedom Shaking Table



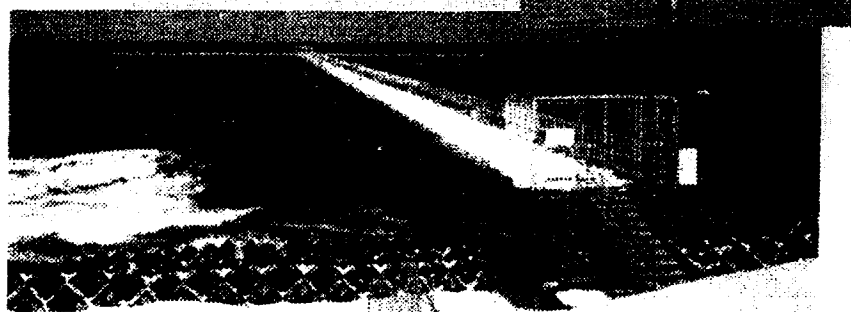
Shionomisaki Wind Effect Observatory



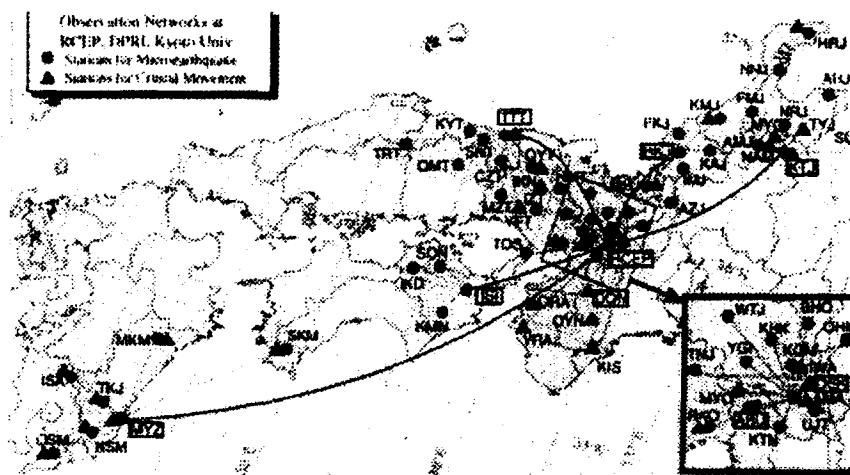


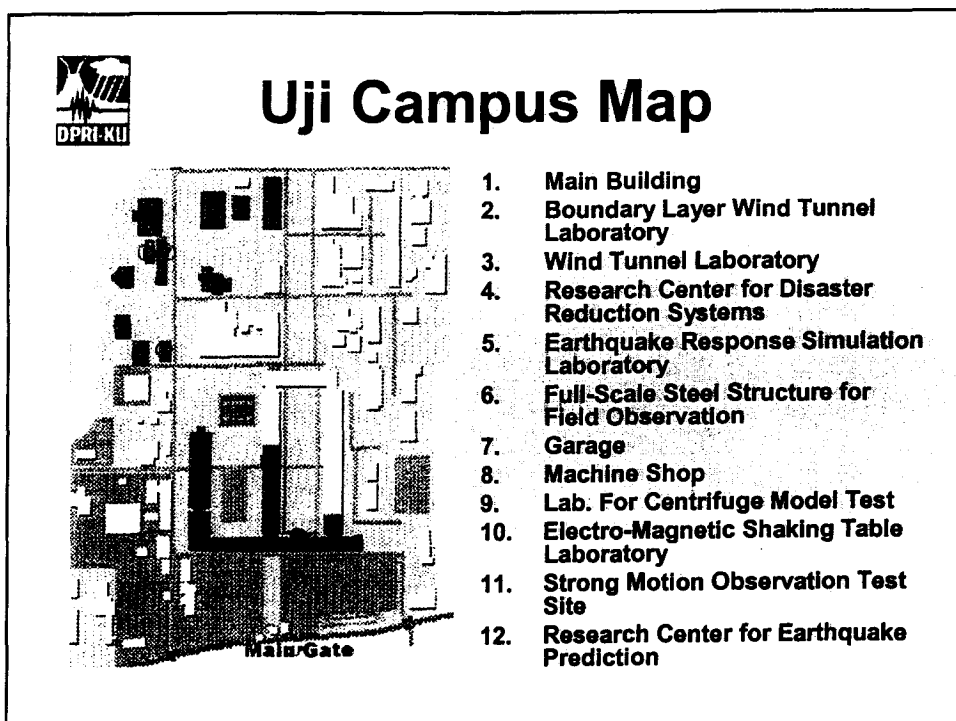
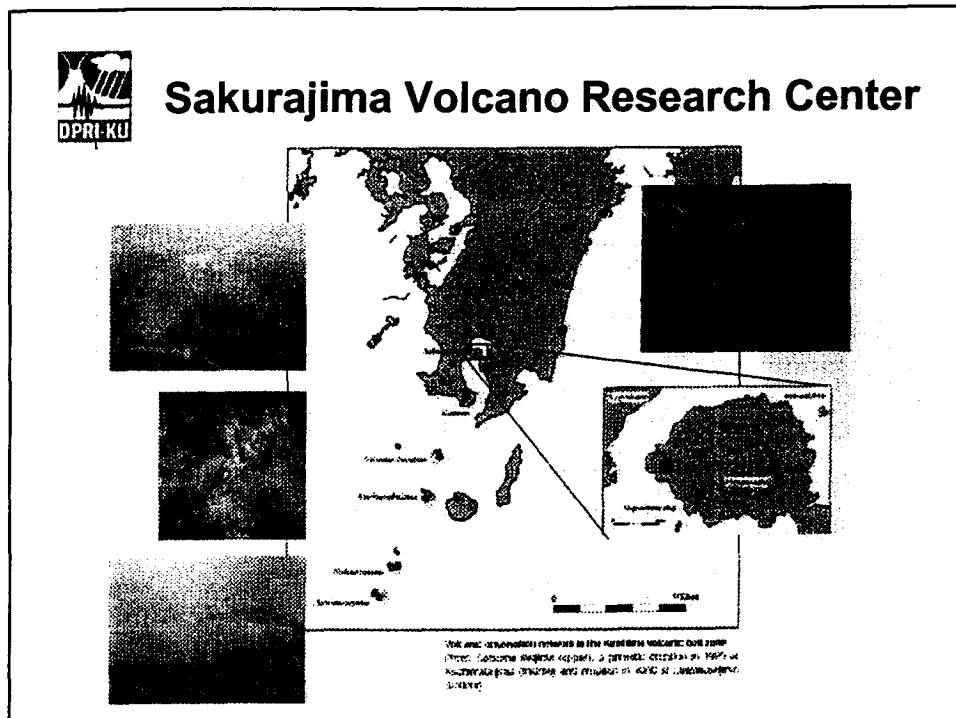
Strom Surge Observation Tower in Tanabe Bay

T-shaped Observation Pier on the Joetsu-Ogata Coast



Observation Network at RCEP, DPRI





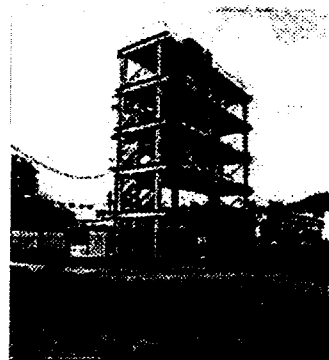


Earthquake Response Simulation Laboratory

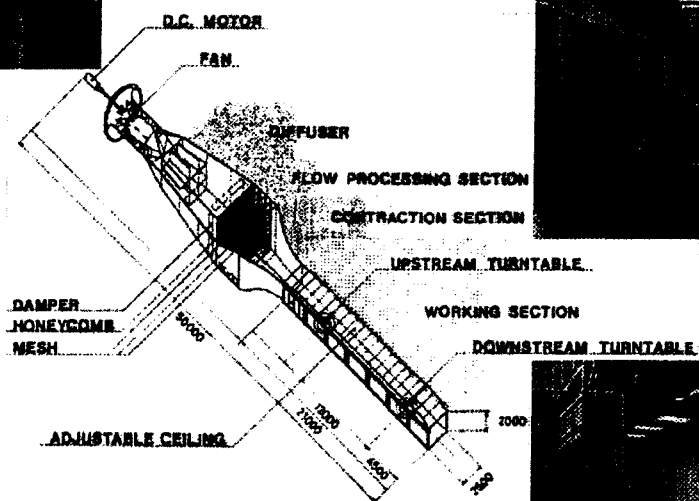
Full-Scale Shaking Table
Test of Traditional
Wooden Structure



Full-Scale Steel Structure
for Field Observation



Boundary Wind Tunnel Laboratory





Thank you for your kind attention

by **DRS**

**Research Center for Disaster Reduction Systems
DPRI, Kyoto University**

and **DRI**

**The Great Hanshin-Awaji Earthquake Memorial
Disaster Reduction and Human Renovation Institution**

Recent Trend of Natural Disaster in Japan

Society's Increased Vulnerability to Disaster in Japan

Decreased Function to Cope With Disaster in Aging Society

1. Aging society (reduced physical and decision making abilities)
2. Separation of nature & living communities (people losing instinctive sense of present risk)

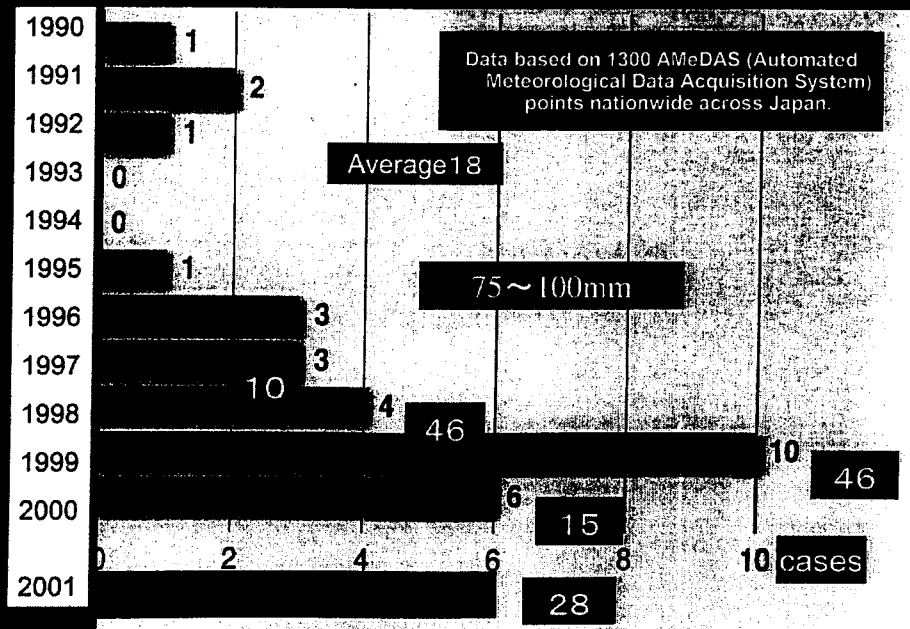
Greater Diversity in Types of Damage to Complex Societies

1. Chain of Damage within complex urban spaces (underground)
2. Expansion of damage (as in a network)

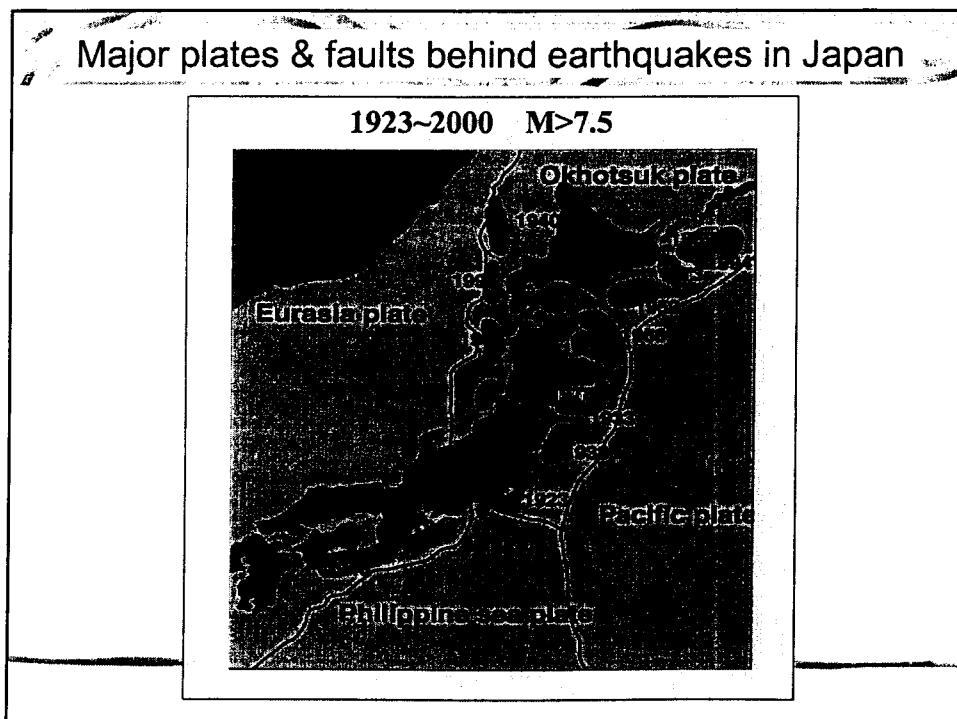
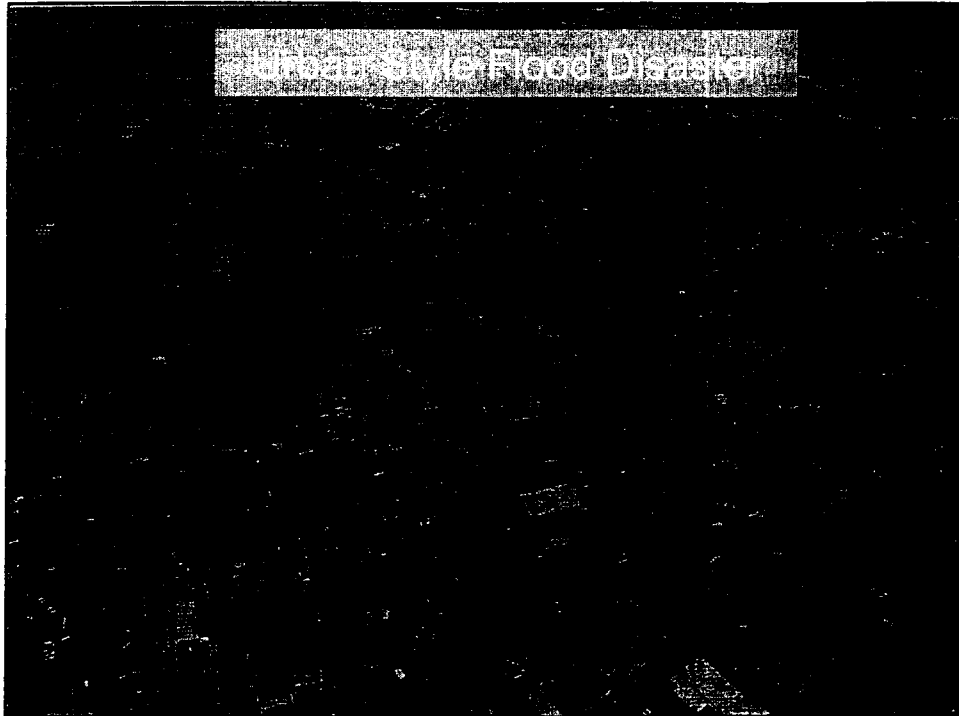
Disaster Occurrence due to Changing External Forces

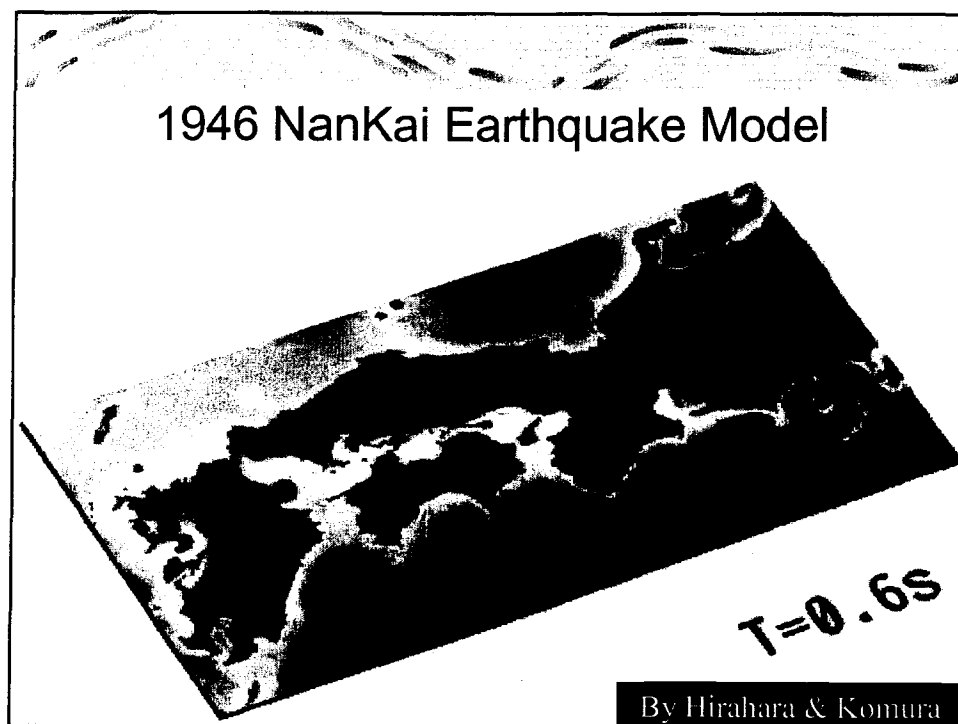
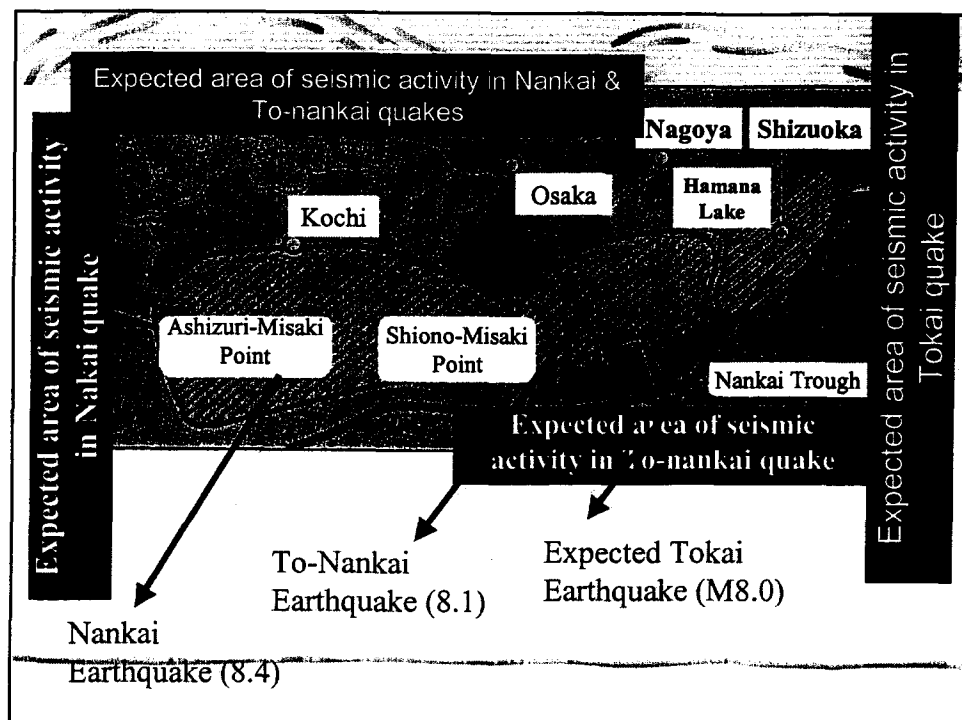
1. Frequency of water disasters due to global warming
2. More activity in the Pacific-Rim volcanic and seismic belt

Cases of more than 100mm precipitation per hour, annually











DRS, DPRI, Kyoto University

- ✓ 5 divisions and 6 centers (All natural disasters)
- ✓ About 110 research staffs and about 80 administrative officers and technicians
- ✓ Established in 1950 (Typhoon Jane)
- ✓ The 21st Century Center Of Excellence
- ✓ DRS, established in 1993 and is only one center combined with social science and natural science
- ✓ Natural Disaster Research Consortium

DRI, Kobe

- ✓ 4 Functions and about 260,000 visitors (2002)
- ✓ About 70 research staffs including 7 Res., 10 Temporal Senior Res. and 50 Reg. Specialists
- ✓ About 100 staffs in Exhibition division
- ✓ Established in April, 2002 (phase I) and enlarged in April, 2003 (phase II)
- ✓ Financially supported by Japanese Gov. and Hyogo Prefecture Gov.
- ✓ Disaster Reduction Alliance

The Great Hanshin-Awaji Earthquake Memorial Disaster Reduction and Human Renovation Institution

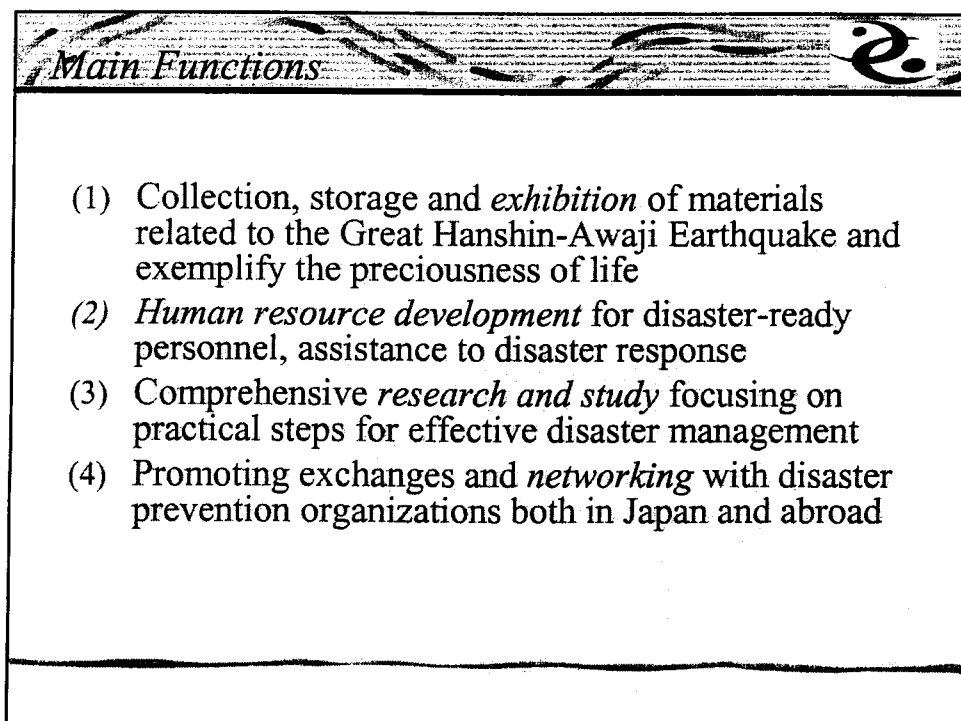
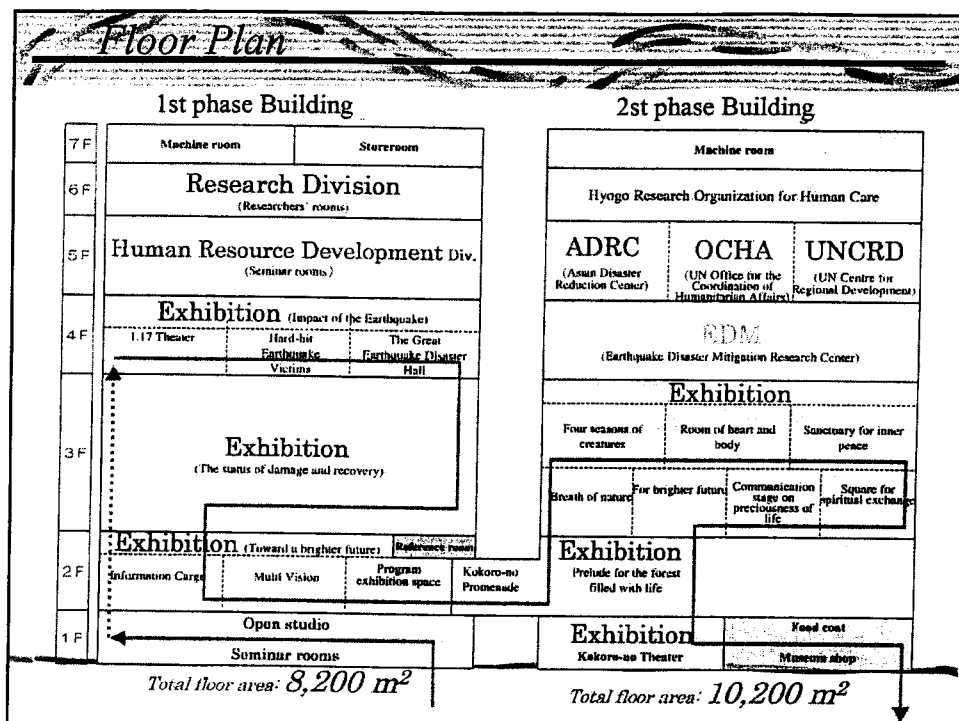
*To pass on the experiential
lessons of the Great Earthquake*

Opened in
April 2002

Visitors: 260,000

Opened in April
2003

More than 500,000



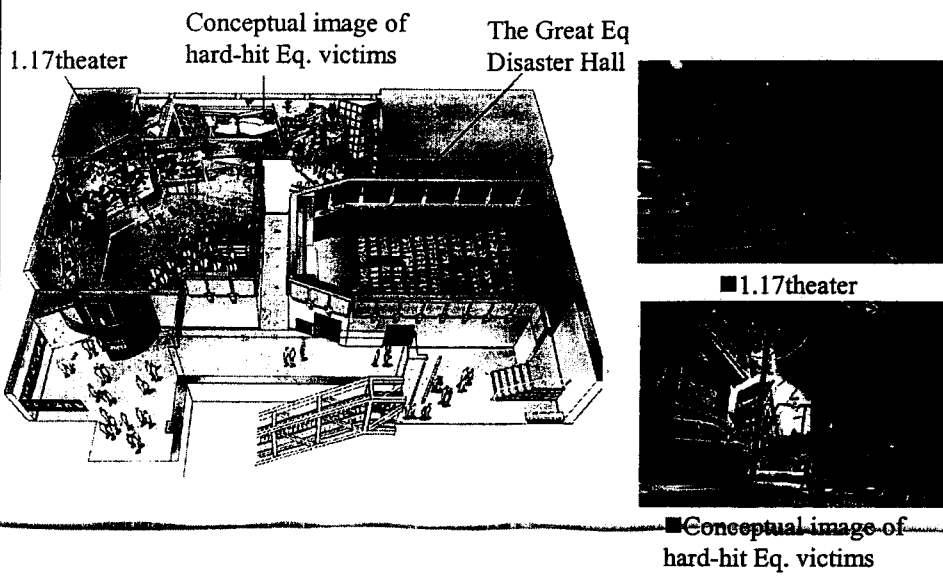
Function - 1

Collection, storage and exhibition of materials related to the Grest Hanshin-Awaji Earthquake and exemplify the preciousness of life



- Comprehensive and systematic collection, storage, organization of Earthquake-related materials
- Systematic exhibition related to the Earthquake
- Popularize and cultivation of knowledge about earthquake disaster prevention
- Dissemination of "Human Care" ideals and the results of their studies

4th floor; The impact of the Earthquake



1.17 theater

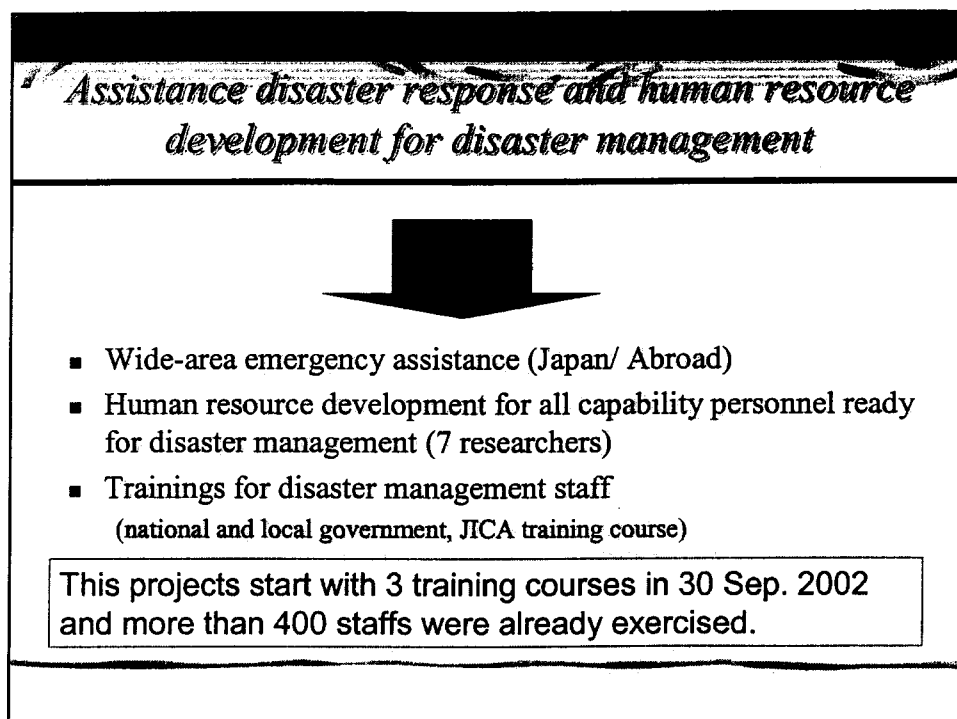
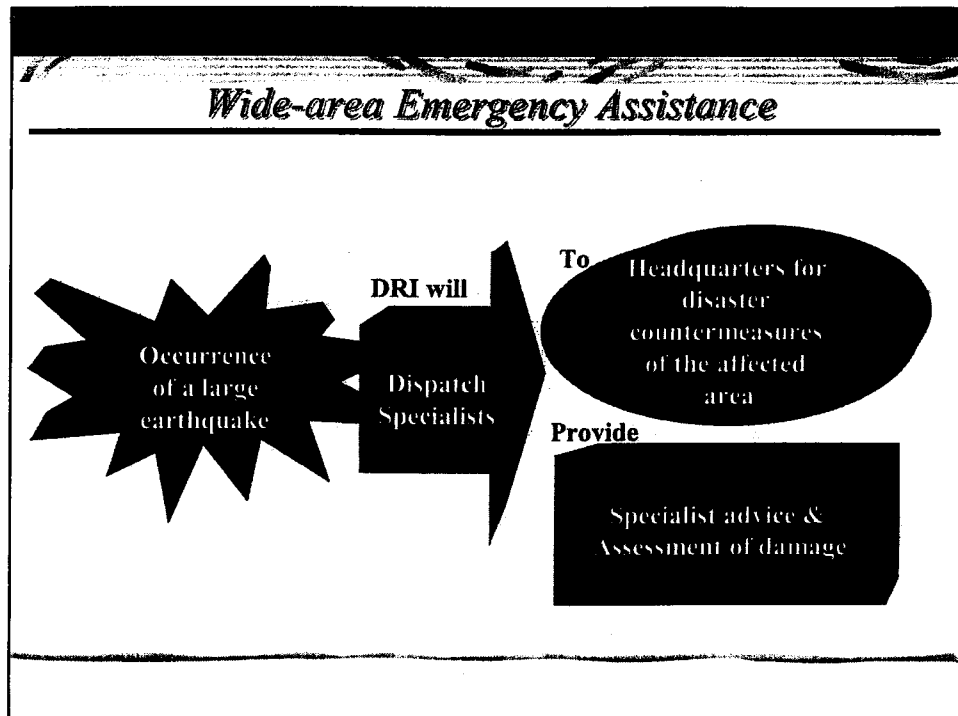


**Comprehensive research focusing on practical steps
for effective earthquake disaster management**



**Research on practical measures and system to
be used for disaster response and restoration/
reconstruction after earthquake disasters**

**Integration of experiences, lessons, and know-
how learned from past earthquake disasters**



<i>Human resource development for all-capability personnel ready for earthquake disaster management</i>	
Position	Full-time Researcher
Number	10 researchers
Term	3 to 5 years

<i>Human resource development for all-capability personnel ready for earthquake disaster management</i>	
■ Pro-active ability	
■ Ability to present some optional way and the advantage/ disadvantage	
■ Ability to estimate the total damage situation from limited information	

Human resource development for all-capability personnel ready for earthquake disaster management

Curriculum

- Study about the output of the Global Assessment on the Great-Hanshin-Awaji Eq
- Systematic on disaster management
- Field survey
- Research and study about disaster countermeasures

Human resource development for all-capability personnel ready for earthquake disaster management

Research and study focusing on practical steps for earthquake disaster management (ex. Great-Hanshin-Awaji Eq.)



Wide knowledge about disaster management



All-capability personnel ready for earthquake disaster management

Training for disaster-ready personnel

Target groups

National government, local
Government, private businesses etc.

Basic course : for general staff

Management course : for managing staff

Top-management course : for heads of local governments

From Nov. 2003, training for Japanese Government officers in
relation to emergency management will start.

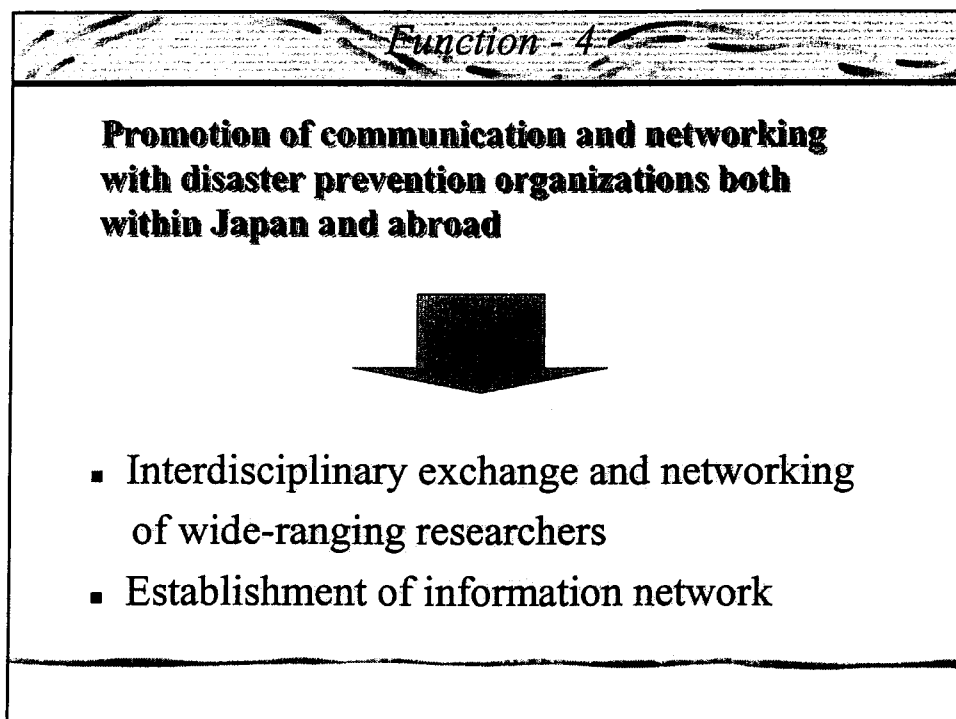
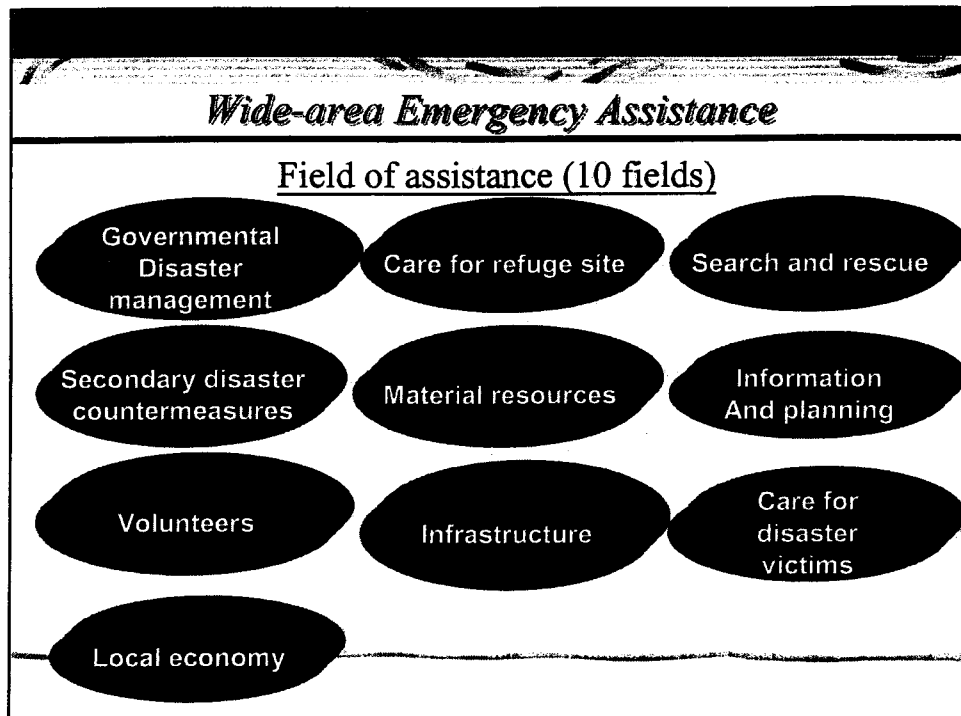
Wide-area Emergency Assistance

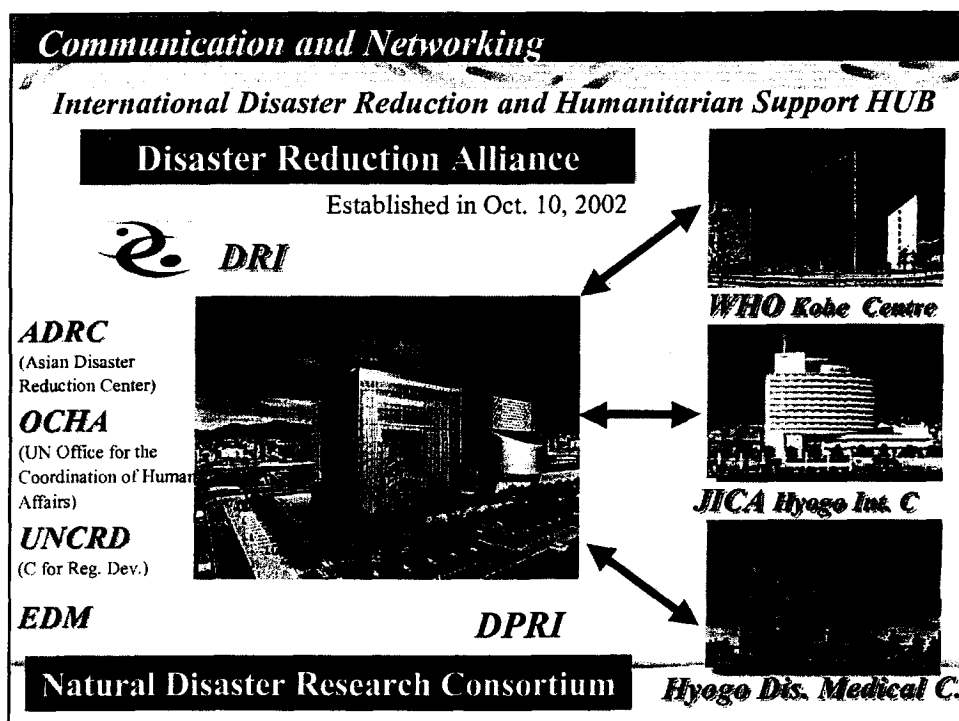
Target Disasters

Catastrophic earthquake disasters
for the time being
When local government can not manage because
Of lots of victims, refugee etc.)

staff

- Executive director, Senior researchers,
Full-time Researchers of the Inst.
- Registered specialists of other organizations





END

TAMU Visiting Team From NCDR (Taiwan)

Prof. Chin-Hsiung Loh Director, National Science & Technology Center for Disaster Reduction (NCDR) & Professor of Civil Engineering, NTU & National Center for Research on Earthquake Engineering.

Disciplinary Specialization: earthquake engineering

Hazards Topics: Structural Health Monitoring

Prof. Liang-Chun Chen Deputy Director, NCDR & Assoc. Professor of Graduate Institute of Building and Planning, NTU

Disciplinary Specialization: urban planning

Hazards Topics: hazards mitigation

Prof. Cheng-Shang Lee Division Head of Meteorological, NCDR & Professor of Atmospheric Sciences, NTU

Disciplinary Specialization: atmospheric sciences

Hazards Topics: typhoon forecasting

Prof. Ming-Hsi Hsu Division Head of Flood and Drought Mitigation, NCDR & Professor of Bioenvironmental Systems Engineering, NTU

Disciplinary Specialization: hydraulics, hydrology

Hazard Topics: flood inundation, flood hazards mitigation

Dr. Daigee Shaw Division Head of Socio-Economic System, NCDR & Research Fellow, Institute of Economics, Academia Sinica

Disciplinary Specialization: economics

Hazard Topics: economic system

Dr. L. L. Wei Deputy Executive Secretary, Sustainable Development Research Committee, NSC

Dr. Hsin-Ya Ho Executive Secretary, NCDR & Senior Research Engineer of Hydrotech Research Institute, NTU

Disciplinary Specialization: hydraulics, hydraulic engineering

Hazards Topics: flood hazard mitigation, decision support system

Dr. Wen-Cheng Lee Post-Doctor Researcher, NCDR



Introduction: National Science and Technology Center for Disaster Reduction (NCDR)

Chin-Hsiung Loh

Director, NCDR

Professor, Dept. of Civil engineering, National Taiwan University

August 4, 2003



Background

Natural Disasters in Taiwan

- Taiwan is located in typhoon tracks and earthquake zones.
- It has suffered severe losses in the past due to disasters.
- The general public has long been very concerned about natural disaster events, and the government has taken this matter seriously.



Earthquake



Storm & Flood
to Land



Landslip

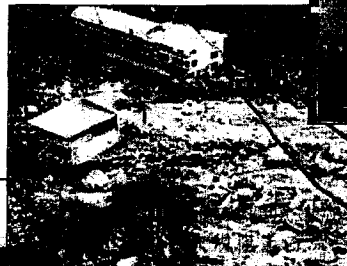


Typhoon



The continuous heavy rainfall and the strong wind induced by typhoon often led to serious damage to Taiwan.

Debris flow



Flood

Strong wind



Historical Events

Typhoon Herb (July 1996)

- Death: 73 ; injury: 463

Typhoon Winnie (Aug.1997)

- Death: 28 ; injury: 46

Typhoon Zeb and Babs (Oct. 1998)

- Death: 17 ; injury: 8

Typhoon Xangsane (Oct. 2000)

- Death: 89 ; injury:65

Typhoon Trami and Toraji (July 2001)

- Death: 219 ; injury:192

Typhoon Nari (Sept. 2001)

- Death: 104 ; injury:265

Taipei city

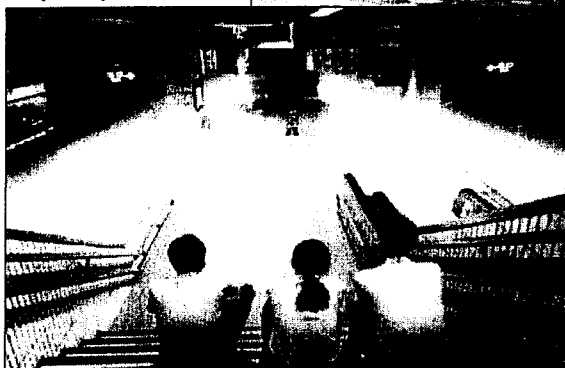


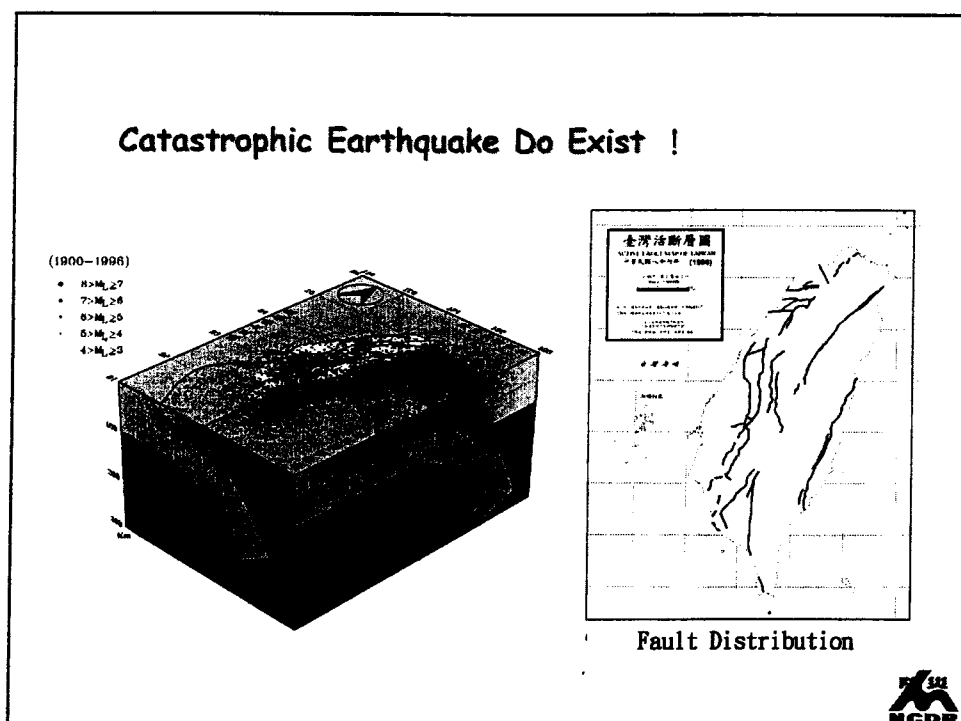
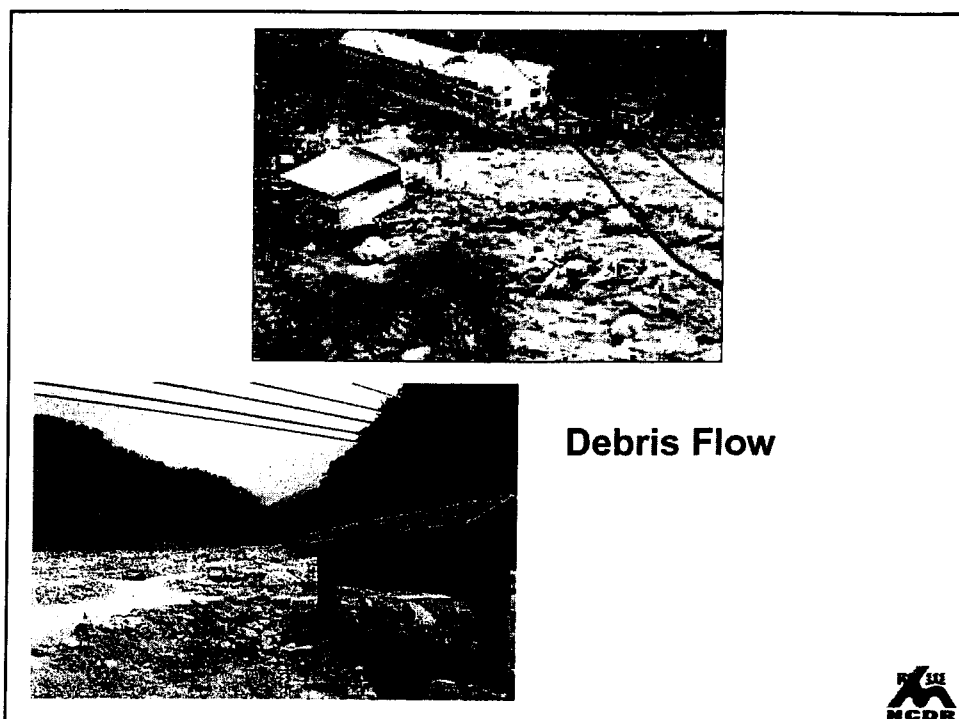
Typhoon Nari(2001)



What Nari had done to Taiwan...

Taipei City MRT





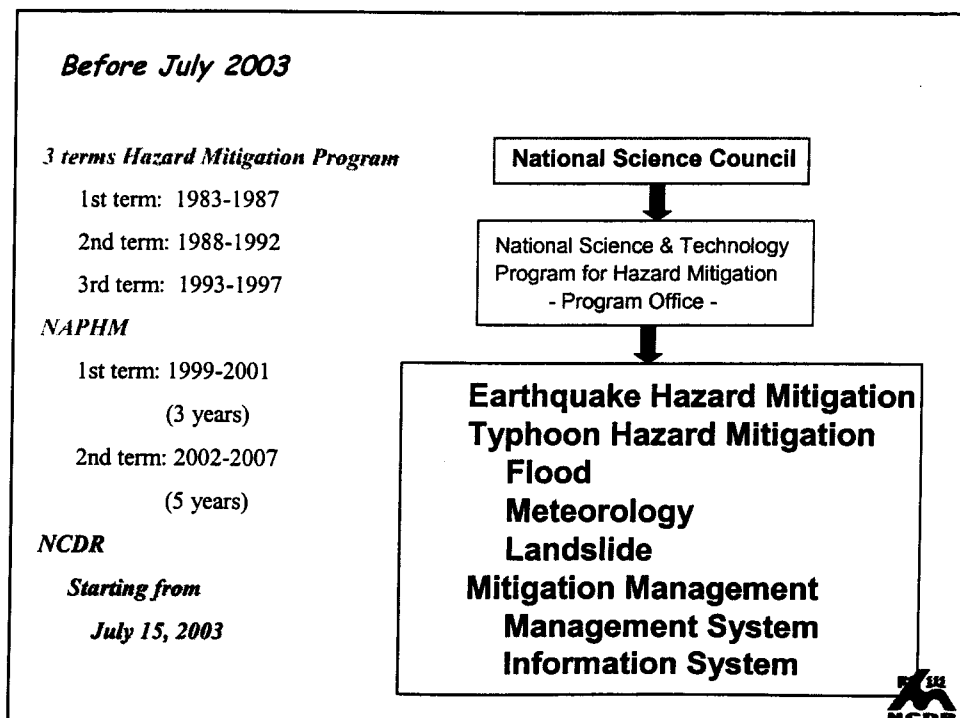
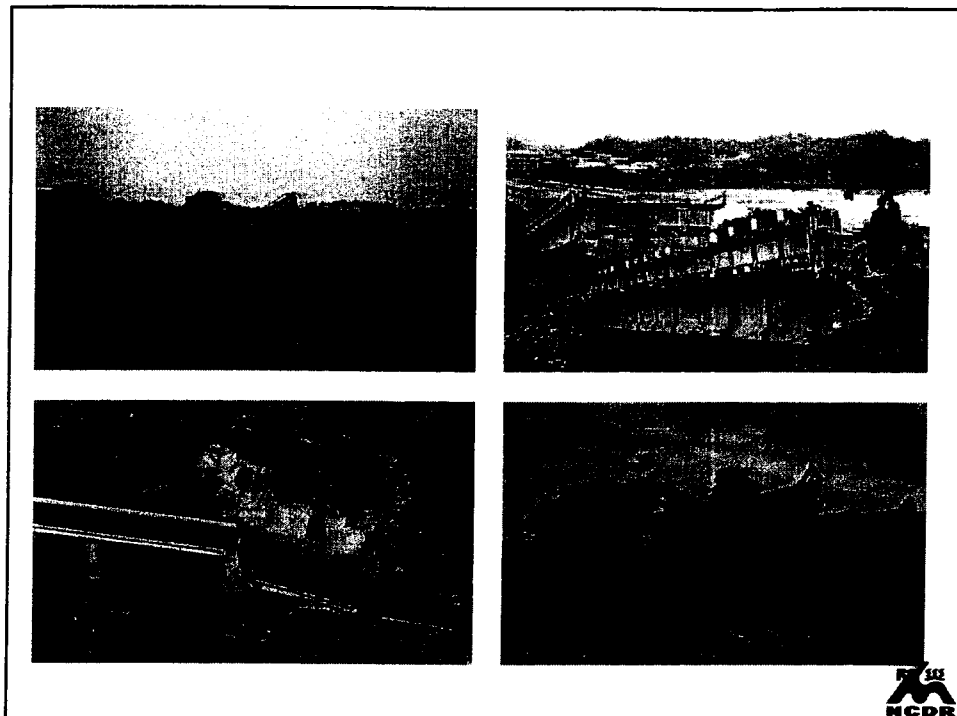


Chi-Chi Earthquake
1999-9-21



Damage of Shi-Kong Dam during the Chi-Chi earthquake





Accomplishments from individual research group (NAPHM)

A. Typhoon Hazard Mitigation Group (Flood, Landslide, meteorology)

Flood Mitigation:

1. Establish *inundation potential maps* and scenario simulations
2. Grasp real time information of flood and inundation

Meteorology:

1. Improve precision of typhoon intensity and size observation and of *track forecast performance*
2. Provide detailed local information about typhoon-induced gust, precipitation and weather predictions,

Landslide Mitigation:

1. Complete the rating and *zoning of 485 potential debris flow rivers,*
2. Establish database and GIS system for zonation of potential hazard areas of Chen-yu-lan Creek Watershed,



Accomplishments from individual research group (NAPHM)

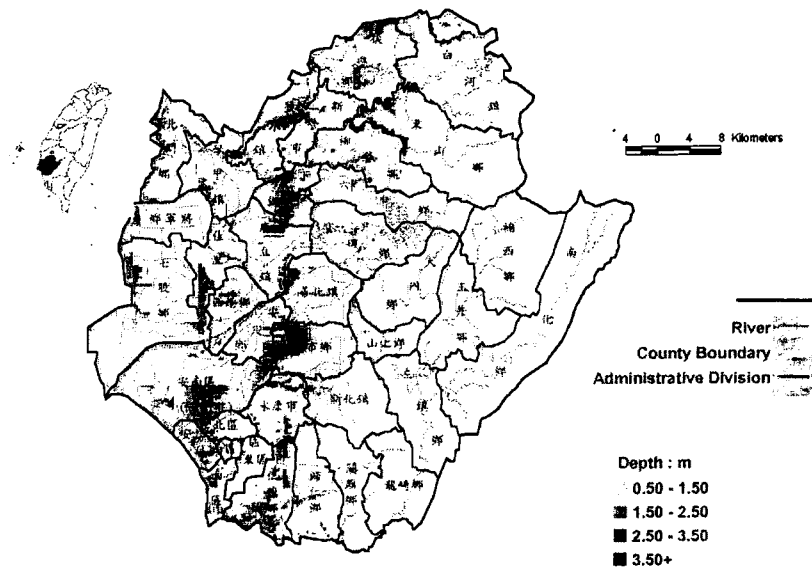
Flood and Drought Mitigation Division

Objectives:

- The basic goal of Flood Hazard Mitigation Group is to reduce the risk of Taiwan society from flood hazards.
- The first main objective of this group is to establish island wide Inundation Potential Maps (Flood Hazard Maps).



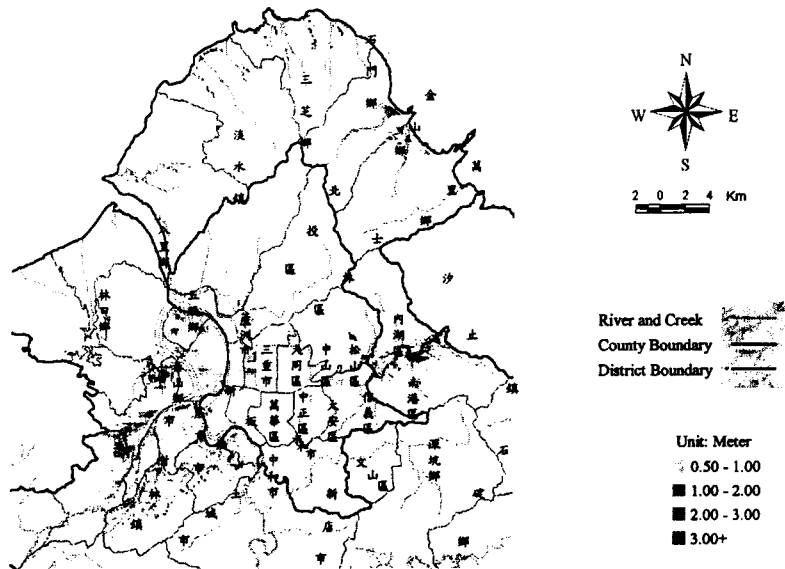
Accomplishments from individual research group (NAPHM)



The Inundation Potential Map of Tainan County (600 mm/day)



Accomplishments from individual research group (NAPHM)

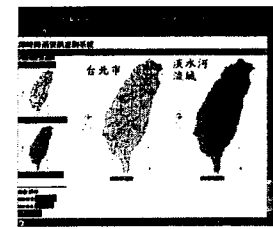


The Inundation Potential Map of Taipei Metropolitan (450 mm/day)

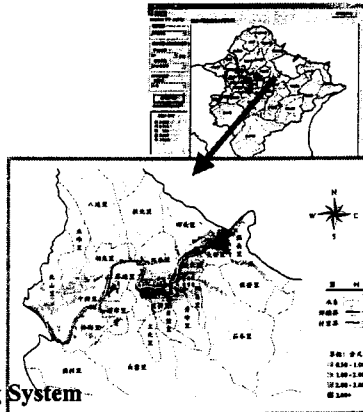


Accomplishments from individual research group (NAPHM)

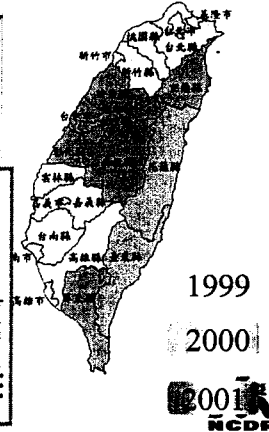
- Established island wide IMPS of Taiwan (22 counties).
- Assisted in establishing Flood and Inundation Warning System for Central Disaster Prevention & Response Center.
- Strengthened operations of flood hazard mitigation for Water Resource Agency.



HydroInfo Display System



Inundation Warning System



Accomplishments from individual research group (NAPHM)

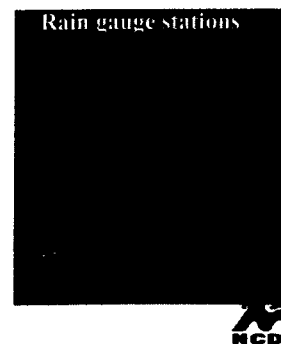
Meteorology Division

Objectives: To develop schemes to forecast / estimate

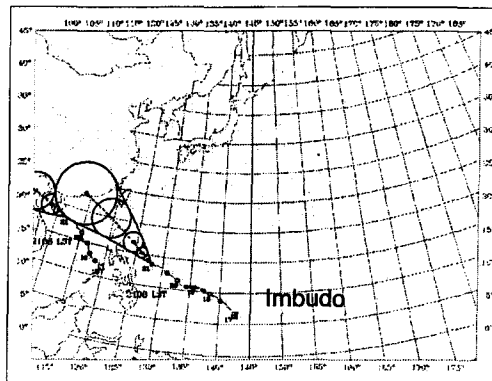
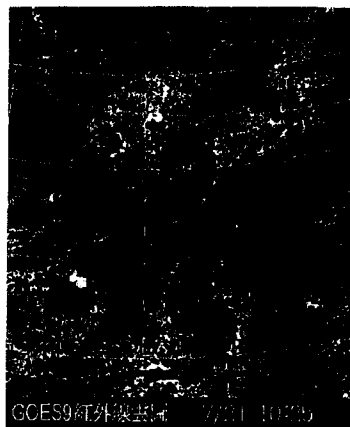
1. the accumulated rainfall at river basins,
 2. the hourly rainfall at debris flow potential areas,
- to support the needs of flood and debris flow warning. To decrease the error of typhoon track forecast.

Major tasks completed at program office:

Have developed a climatological model to estimate the hourly rainfall amount for 371 rain gauge stations (and 32 river basins) during the typhoon period based on the predicted typhoon track issued by the Central Weather Bureau.



Accomplishments from individual research group (NAPHM)



Accomplishments from individual research group (NAPHM)

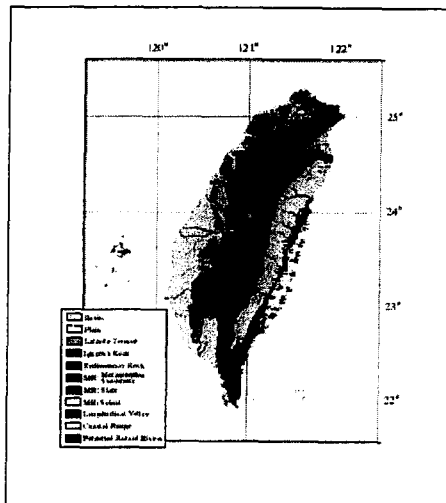
Slope land Hazard Mitigation Division

- Scenario model development on debris flow
- Hazard map on debris flow torrent
- Hazard warning model on landslide and debris flow

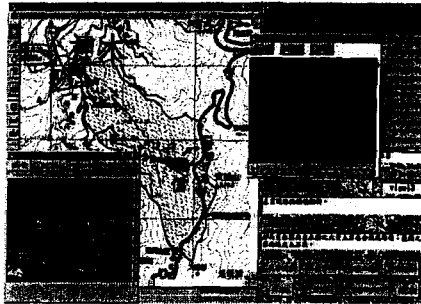


Accomplishments from individual research group (NAPHM)

Geology Zoning of Potential Hazard Streams



Debris Flow Information System



Accomplishments from individual research group (cont.)

B. System Research and Development

Information System:

1. Develop a database management system for hazard management,
2. Implement the data to develop a decision support system,
3. Investigate the damages caused by hazards using remote sensing techniques,

Management System:

1. Developing Process of Regional Disaster Prevention and Relief Plan:
 - a. Disaster Simulation and Evaluation,
 - b. formulate Strategies on Disaster Prevention & Relief,
2. Developing Process of Community-based Hazard Mitigation Program,



Accomplishments from individual research group (NAPHM)

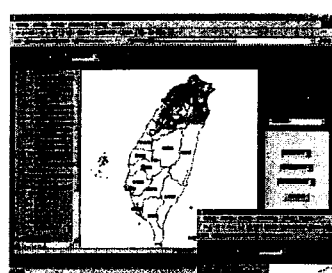
Information Division

- Developments of the web-based disaster management decision support system
- Design and Implementations of geodatabase for disaster prevention and mitigation



Accomplishments from individual research group (NAPHM)

Developments of the web-based disaster management decision support system



Rainfall map

Inundation map



Debris map



Accomplishments from individual research group (NAPHM)

Management System

- **Strengthening County (City) level disaster prevention & response systems.**
 - Assisting County governments in establishing competent authorities for disaster prevention & response works.
 - Assisting County governments in drafting Local Disaster Prevention & Response Plans.
- **Developing a manual for implementing community-based hazard mitigation program.**



Accomplishments from individual research group (cont.)

C. Earthquake Engineering Group

1. Estimation of Strong Motion Attenuation Relationship.
2. Reconnaissance of the 1999 Chi-Chi Earthquake
3. Site Response Study in the Southwestern Taiwan
4. Seismic risk analysis of transportation system
5. Development of Earthquake Loss Assessment Methodology (HAZ-Taiwan)

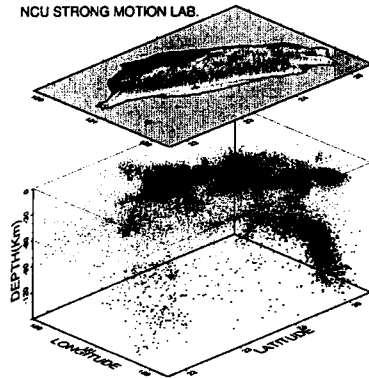


Accomplishments from individual research group (NAPHM)

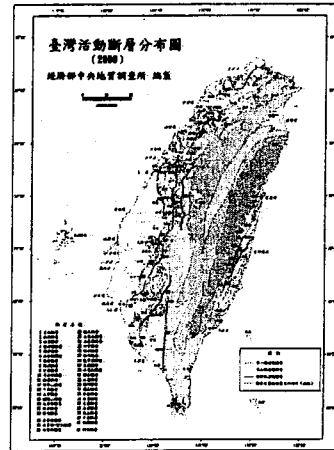
Earthquake Hazard Mitigation Division

➤ Constructing Earthquake and Geological Data Base

NCU STRONG MOTION LAB.



Seismicity in Taiwan during 1990 to 2001.

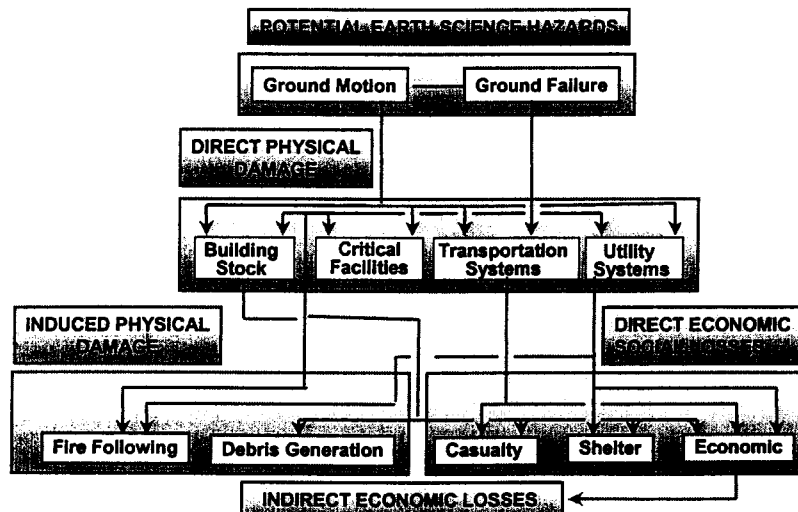


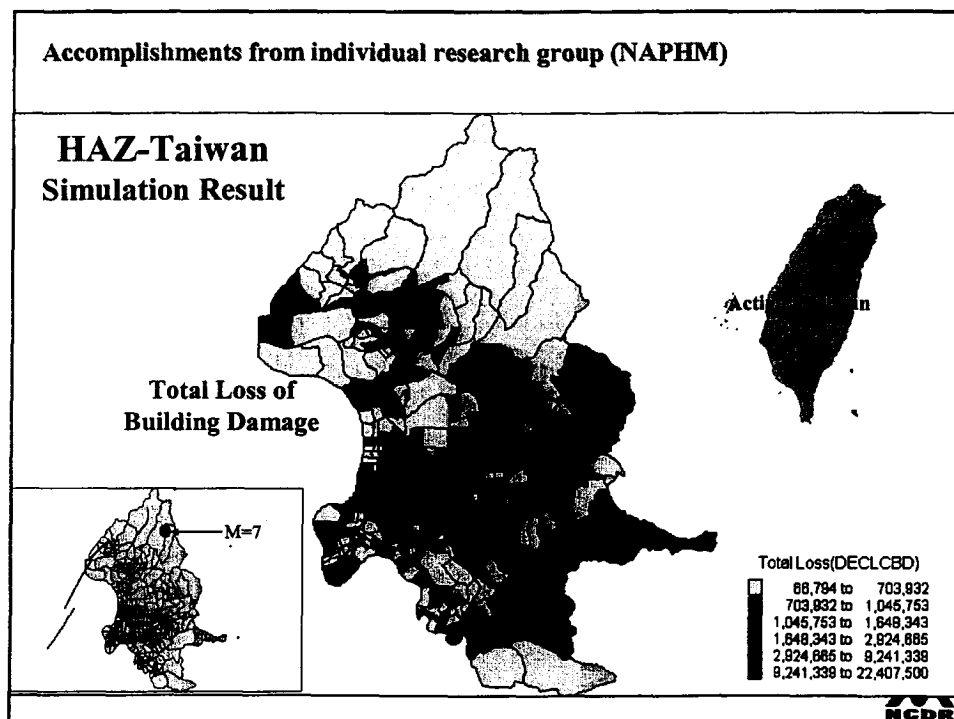
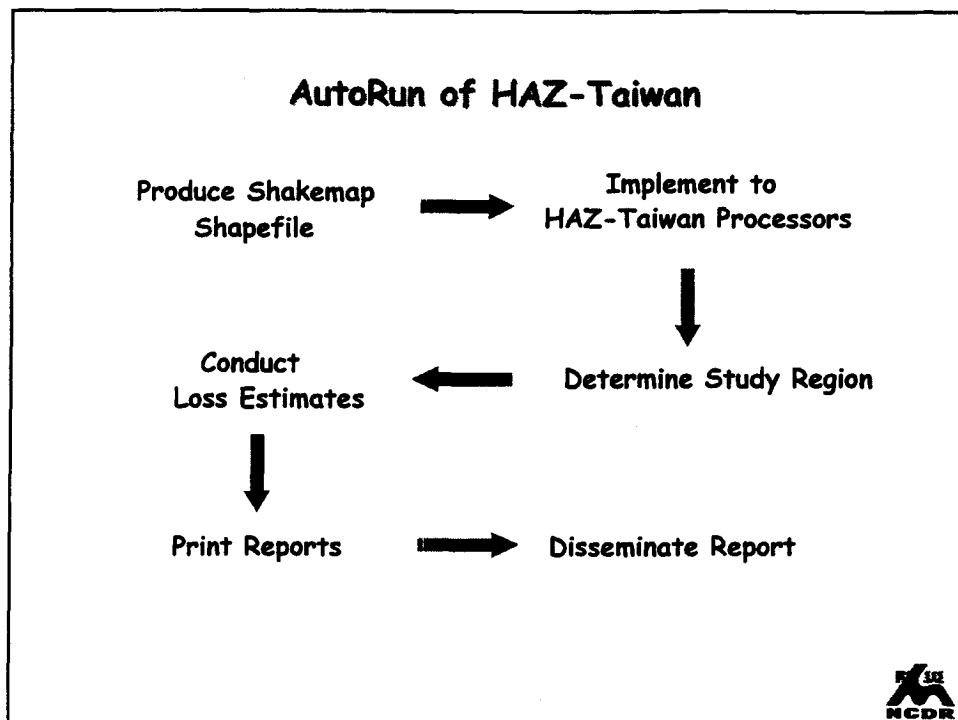
Active faults in Taiwan(2000, Lin *et al.*)



Accomplishments from individual research group (NAPHM)

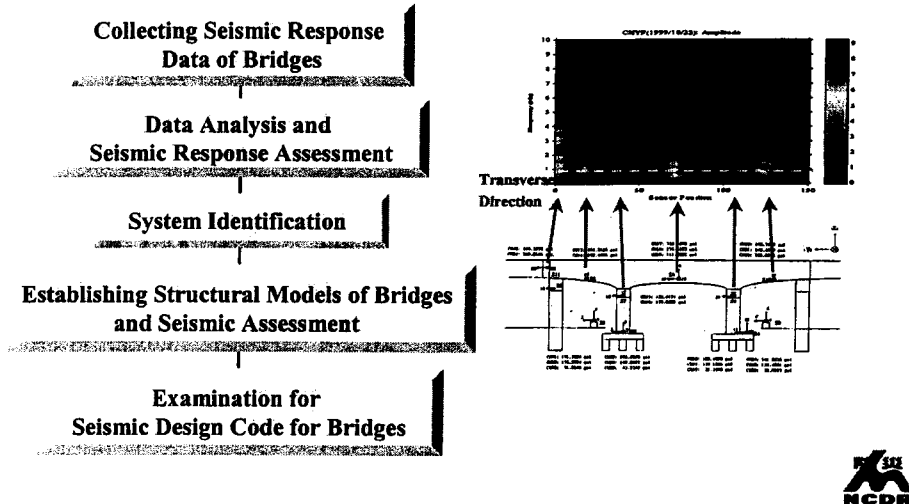
HAZ-Taiwan Program





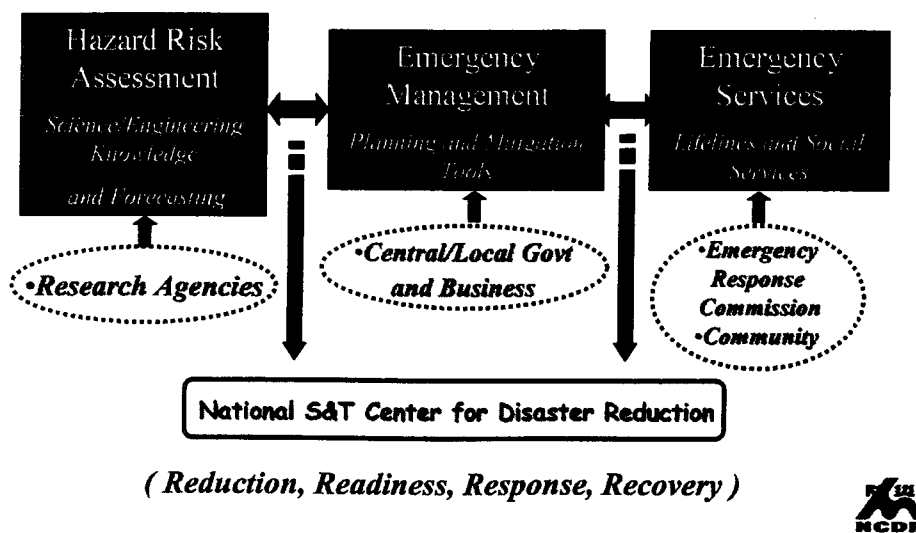
Accomplishments from individual research group (NAPHM)

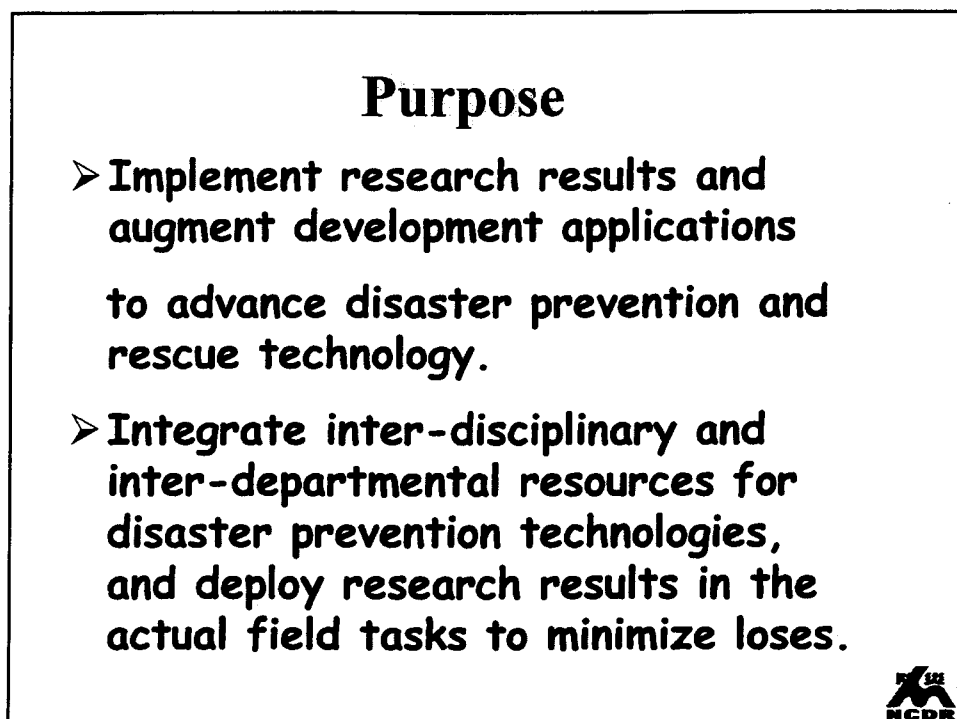
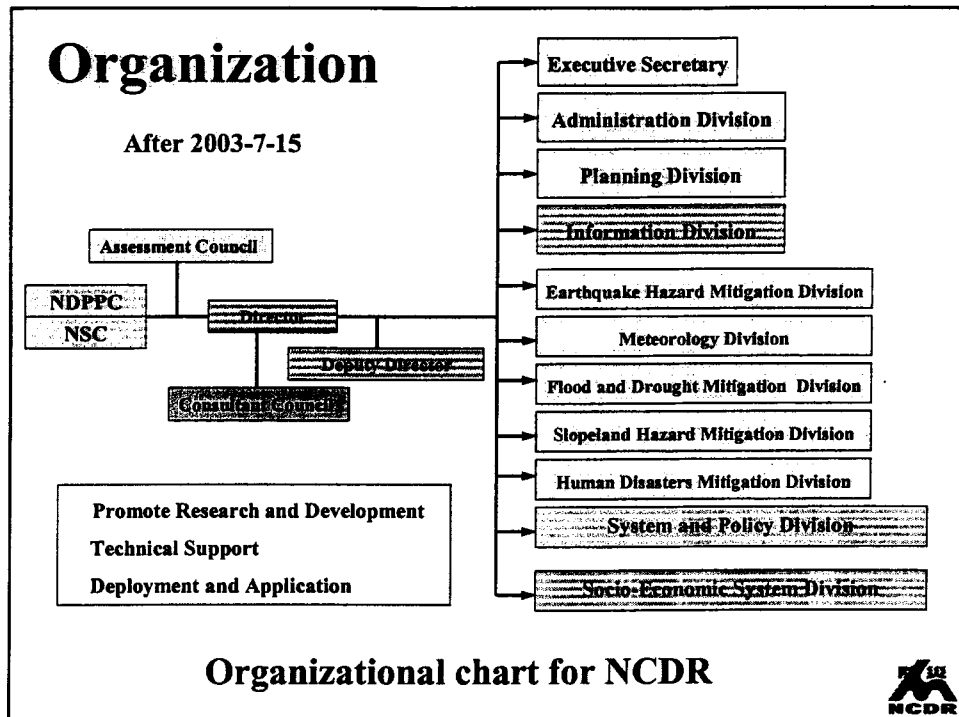
➤ Earthquake Engineering Application using Bridge Response Data Arrangement



Hazard Management Framework

Aim: *provide community resilience to natural physical hazards*





Mission

- **Coordinate, plan and advance research and development of disaster prevention and rescue technologies.**
- **Deploy disaster prevention and rescue technologies to assist and support the actual field tasks.**
- **Deploy and apply the research results and developments on disaster prevention and rescue.**
- **Plan and execute other necessary tasks related to disaster prevention and rescue.**



Promote Research and Development

- **Plan research topics**
 - ❖ **Coordinate and plan the unified research direction and topics.**
- **Unify research resources**
 - ❖ **Coordinate all participating research departments and laboratories to jointly advance their research and development effort.**
 - ❖ **Assess all departments' disaster prevention plans.**
 - ❖ **Promote technology exchange and cooperation with international organizations.**
- **Special research and development programs**
 - ❖ **Research and develop strategic and mission-oriented topics.**
 - ❖ **Drive the evaluation and assessment of severe disaster damages.**



Technical Support

➤ Assist organizational planning

- ❖ Assist the planning and operations of the in-charge department for disaster prevention and rescue.
- ❖ Assist the specification of disaster prevention and rescue policies and plans.

➤ Help enhance functions

- ❖ Assist the advancement of hazard potential and risk analysis as well as situation simulation.
- ❖ Help to set up disaster monitoring and advanced warning systems.
- ❖ Help to set up the information system for disaster prevention and rescue.

➤ Preparation and response support

- ❖ Assist the progress of disaster prevention preparation and drills.
- ❖ Support critical missions.



Deployment and Application

➤ Establish deployment and application procedures

- ❖ Make research result applicable.
- ❖ Establish information sharing and management procedures.
- ❖ Assist in setting up operational regulations and standards.

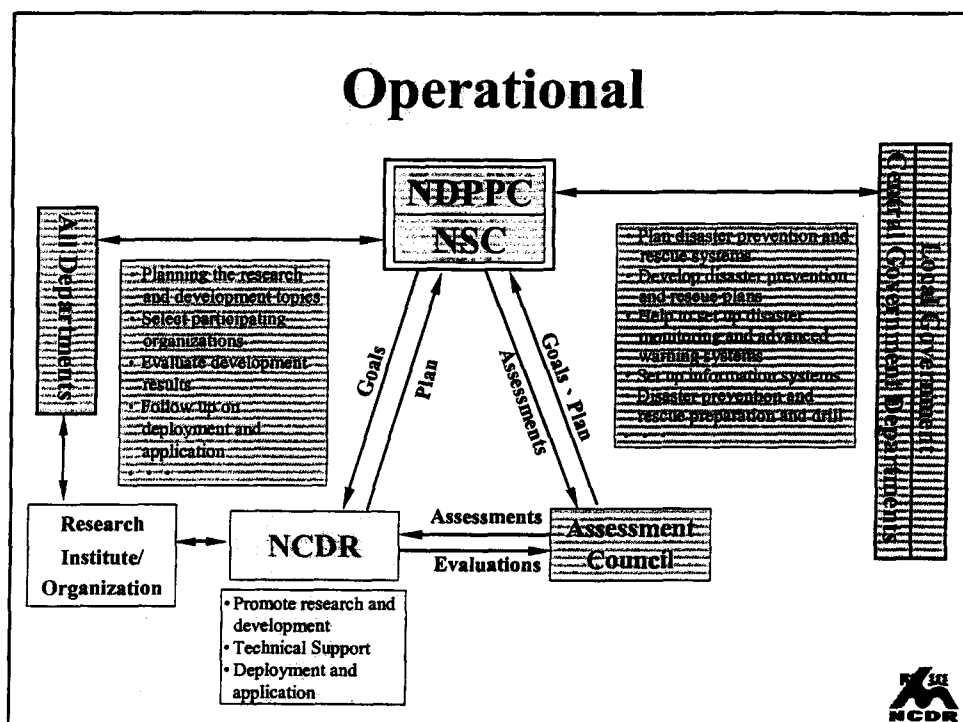
➤ Assist in evaluation and assessment

- ❖ Help evaluate operational capabilities and requirements.
- ❖ Help evaluate related plans and resource requirements.
- ❖ Evaluate the effectiveness of research and plan execution results.

➤ Education and Training

- ❖ Compile curriculum and training material for disaster prevention education.
- ❖ Train staff with disaster prevention technologies.
- ❖ Help plan and integrate disaster prevention education resources.





Socio-Economic System Division

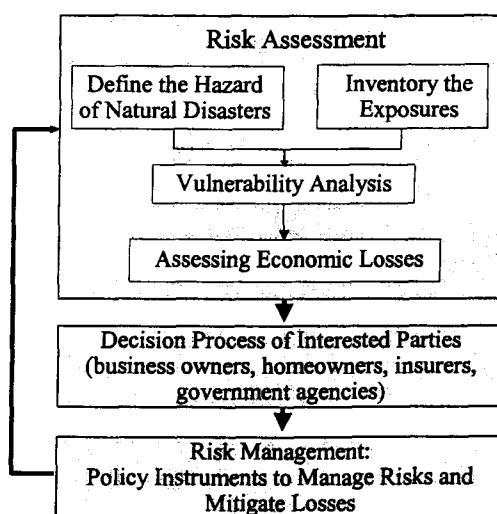


Chart 1. Framework for Socio-economic Analysis



➤ Human Disaster Mitigation Group

- ❖ Collecting the information on case histories for human induced hazards in industry.
- ❖ The causative factors, types and affected range analyses of industry disasters.
- ❖ Investigation and analyzing the structure and regional distribution of domestic industries include the traditional, high technology and oncoming industries.
- ❖ A preliminary analyze on the potential hazardous index for the types of harmful matters and amounts of different industries.



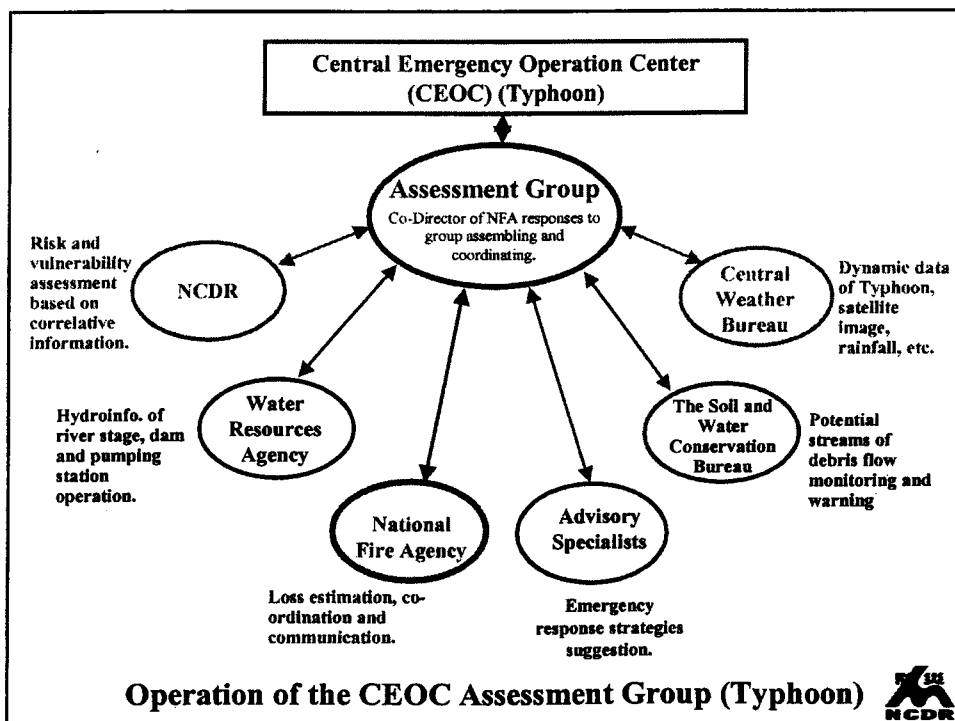
A fire accident in semiconductor factors of Winbond Electronics Corporation.

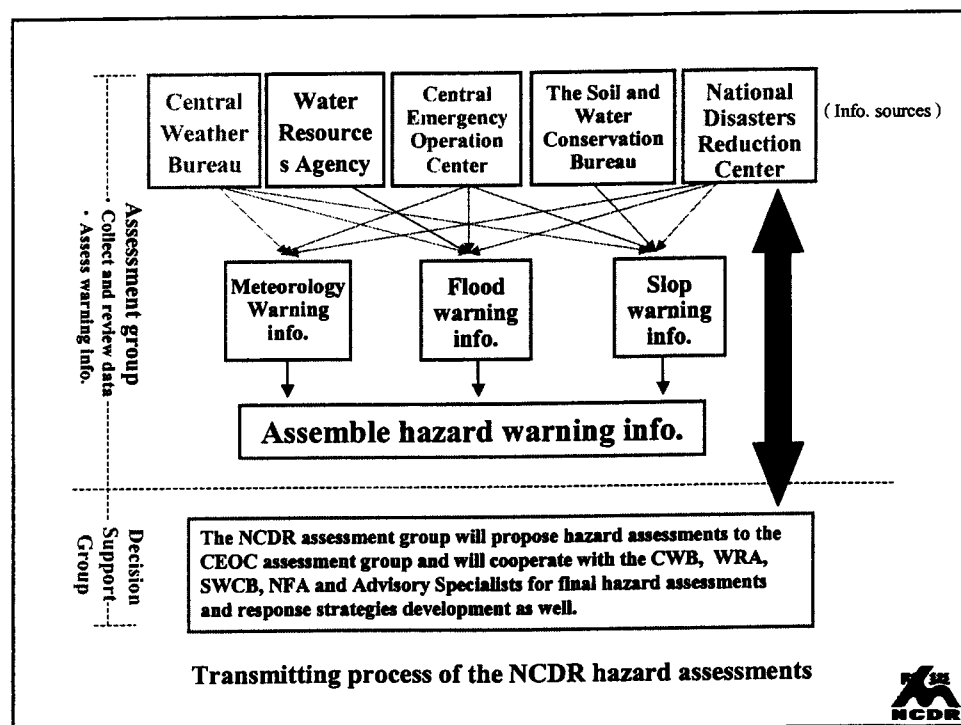
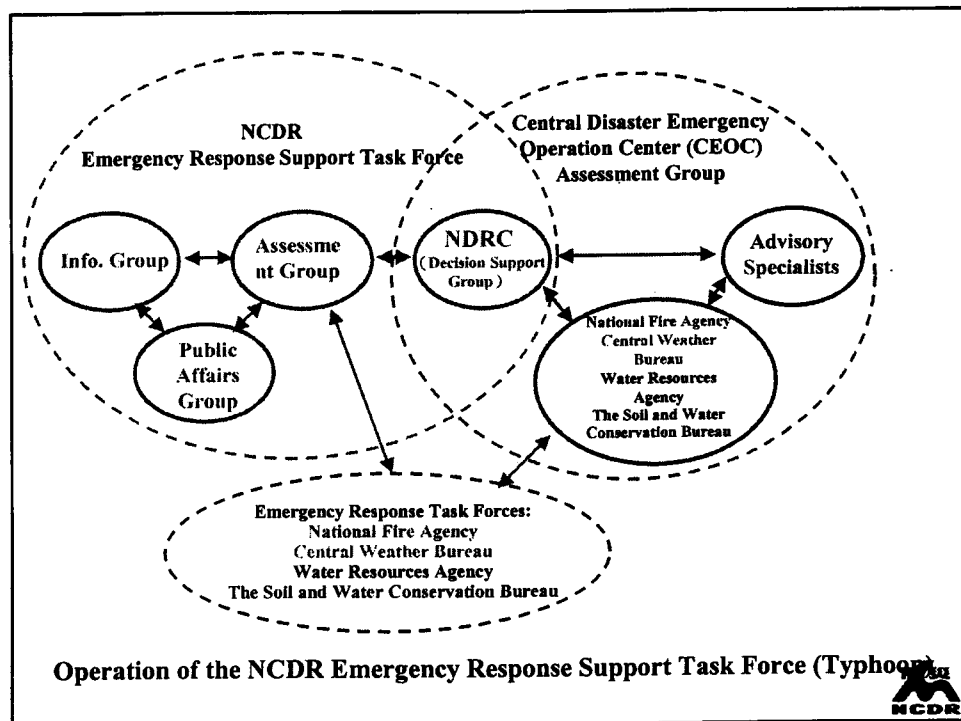
A series of industry security harms arised in China Petroleum Company and people made a stand against it.



NCDR

National Science and Technology Center for Disaster Reduction Emergency Operation





Thank you for your attention



Challenge Ahead

Promote Awareness and Utilization of New

Technologies for Natural Hazard Mitigation,

- ☐ **Present Rapid Available Information in Formats Useful for Responders,**
- ☐ **Develop Real-time Communication of Data from Different Intensity Measure for each Type of Hazard**
- ☐ **Open Possibility for Vary Rapid Assessment of Civil-infrastructure/Critical Facility during Hazard**



Future Collaboration

Earthquake & Earthquake Engineering Mitigation Group:

- 1. Collaboration on Structural Control Research:**
 - a. Research on Benchmark model for structural Control Using MR-damper,**
 - b. Develop control Algorithm for MR damper**
- 2. Exchange Information on research result in the field of *Performance-based Earthquake Engineering*,**



Future Collaboration

Areas of Collaboration in Hazard Management and Social Sciences:

1. Surveys
Evacuation/damages surveys,
Evacuation intention surveys,
Risk perception/hazard adjustment/
housing stock surveys,
2. Decision Support System
Evacuation decision support system
3. Economics/Sociology
Evacuation costs,
Disaster impacts,



Future Collaboration

Meteorology group:

1. Prof Zhang specializes in mesoscale dynamics and model initialization. He has started MM5 modeling study in collaboration with Bill Kuo at NCAR (National Center for Atmospheric Research, Boulder) recently.
2. A possible subject for future collaboration appears to be the MM5 modeling of typhoon/hurricane to study the predictability or rainfall of typhoon/hurricane. Ensemble forecast technique might be used in this study. I will keep discussing with professor Zhang about future collaboration.



Hydraulics Group:

- 1. The inundation for watershed includes runoff routing in mountainous areas and inundation simulation in lowlands or urban areas**
- 2. The department of civil engineering in TAMU has experience in developing runoff routing model and NCSM in Taiwan has developed urban inundation model.**
- 3. It is nice opportunity to cooperate in developing the rain runoff and inundation model.**

